



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific
Research

جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
University Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem



كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم الهندسة المعمارية
Architecture département



Domaine AUMV
Filière : Architecture
Spécialité : Architecture

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN ARCHITECTURE EN VUE DE L'OBTENTION DU BREVET D'INVENTION

Thème : Hammam Vert

Présenté par :

- M^{elle} Ali Zina
- M^{elle} Benkada Sara
- M^{elle} Mekrarbech Yasmine

Soutenu publiquement Selon les dispositions de l'arrêté 1275 (circulaire 001 du 18 mai 2023) le 09/06/2023, devant le jury composé de :

Membres de Jury	Garde	Qualité	Établissement
M ^r Ahmed Khoudja Mohamed	MAA	Président	UMAB
M ^r Djeradi Mustapha Ameer	MCA	Encadrant	UMAB
M ^r Aoun Mohamed	MAA	Examinateur	UMAB
M ^{me} Benhamou Nadia	MAA	Examinatrice	UMAB
M ^{me} Kadi Sabiha	Architecte	Examinatrice	DEP Wilaya de Mostaganem
M ^r Moussa Mohamed	MCB	Examinateur	Incubateur UMAB
M ^r Absar Belkacem	Professeur	Invité	CATI

Année Universitaire : 2022 / 2023

Remerciements

Nous exprimons notre profonde gratitude, reconnaissance et remerciements à Allah le plus puissant, clément et Miséricordieux, qui nous a accordé la force, le courage et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier sincèrement notre directeur de recherche, le Dr Mustapha Ameer Djeradi pour son encadrement et en particulier sa disponibilité constante ainsi que ses précieux conseils qui ont rendu ce travail possible.

Nos remerciements vont également à tous nos enseignants qui nous ont accompagnés tout au long de notre parcours scolaire, enrichissant ainsi nos connaissances et notre savoir.

Nous n'oublions pas les membres du jury, Ms Taibi et Mme Benmhamed, qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à tous ceux qui nous ont apporté leur soutien, de près ou de loin, dans la réalisation de ce projet de fin d'études.

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut. Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude l'amour le respect. Ainsi, j'ai dédié ce travail tout simplement pour te donner toute ma vie, **à toima chère maman**, mon paradis. Aucune dédicace ne peut suffire à exprimer la profondeur de mes sentiments d'affection et d'estime que j'ai pour toi, pour l'amour dont tu m'as toujours comblé, pour ton soutien, tes sacrifices et tes prières.

À mes frères et sœurs, source de joie et de bonheur, je vous souhaite beaucoup de succès dans votre vie.

Une dédicace à la famille Benderdour, en particulier à ma chère tante Fatiha, ma deuxième mère, merci pour ton affection qui me couvre, ta bienveillance qui me guide et ta présence à mes côtés qui a toujours été ma source de force pour surmonter les différents obstacles.

Une dédicace spéciale également à la famille Benabdi, en particulier à Mima Zoulikha, qui nous a apporté une aide précieuse à travers ses récits et son soutien inspirant.

À mon encadreur-Dr. Djeradi Mustapha Ameer pour son suivi attentif et pour m'avoir suggéré de travailler sur ce cas, ainsi que pour les informations et conseils qu'il m'a procurés Lors de la réalisation de ce mémoire.

À mes copines SARAH et YASMINE, avant d'être mes binômes, je tiens à vous remercier, Je vous aime et je vous souhaite tout le succès dans vos vies.

À tous mes amis, que je nomme individuellement : Khadidja, Yasmine, Kaouther, Lamia, Abderrahmane, Amine, Iqbal, Aziz... mes complices de bonheur, vous avez égayé ma vie de rires, d'aventures et de moments de partage précieux. Votre amitié sincère et votre présence. Je suis honorée d'avoir des personnes aussi merveilleuses à mes côtés.

Et à moi-même, je tiens à exprimer une reconnaissance profonde. J'ai fait face à des défis, à des doutes et à des peurs, mais j'ai trouvé en moi la force de les surmonter. J'ai grandi, évolué et appris. Je suis fière de la personne que je suis devenue, avec toutes mes imperfections et mes réussites.

À tous ceux qui ont marqué ma vie de leur amour, de leur amitié et de leur soutien indéfectible tout au long de ma carrière universitaire. Je vous remercie du fond du cœur.

ALI ZINA

Dédicace

Je voudrais tout d'abord remercier « Allah » le tout puissant, de m'avoir donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce travail et l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers,

À Mes chers Parents, Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance.

À Mes frères – Mohammed et Abderrahmane- et surtout **Ma sœur** –Amira- qui était toujours à mes cotés pour me soutenir.

À toute ma famille.

À mon encadreur-Dr. Djeradi Mustapha Ameer-, J'ai eu un grand plaisir de travailler sous votre direction. Je tiens à exprimer ma plus grande gratitude pour son bon encadrement, sa disponibilité et ses conseils fructueux.

À mes binômes Ali Zina et Mekrarbech Yasmine, Vous méritez un million de remerciements et tous les câlins que je peux vous faire.

À mes amies ZINA, IMEN, GHADA et CHAHRAZED, Un spéciale remerciement à vous mes sœurs, avec qui j'ai passé une période qui restera gravée jamais dans ma mémoire. Je vous aime et je vous souhaite tout le succès dans vos vies.

À l'amour de ma vie –Mr Abdelhafid Rachdine -, **MERCI** de me soutenir et de me faire sourire dans les moments les plus difficiles dans ma vie. Je t'aime.

Enfin, je tiens à me remercier beaucoup, pour ma patience et mon endurance, et pour avoir surmonté tous les problèmes par moi-même pour devenir qui je suis aujourd'hui, car je suis fière de moi et « **Un jour, je serais où je veux, où je rêve** »

BENKADA SARAH

Dédicace :

Au terme de ces cinq années d'études architecturales, je dédie ce modeste travail entenant à exprimer ma sincère reconnaissance :

À Dieu, qui m'a guidé dans mes choix, en m'amenant à aller vers l'inconnu et à découvrir l'étendu de mes capacités, à dépasser mes propres limites et à tracer ma propre voie.

À mes parents, qui m'ont toujours montré leur amour, leurs encouragements et leur soutien à chaque pas que j'entreprenais. Pour toutes ces nuits blanches, pour tous ces sacrifices, pour toute la patience dont vous avez fait preuve à mon égard, sachez que j'ai tout vu, j'ai tout entendu même à travers vos silences et vos regards, vous m'avez donné la force de continuer et j'ose espérer que j'ai fini par vous rendre fiers. Je vous aime.

À ma sœur jumelle, Meriem, merci de faire de moi une priorité, de simplifier les choses qui me paraissent compliquées, et d'apporter autant de bonheur dans ma vie. Merci de croire en moi, de rester à mes côtés, et de me tendre la main à chaque fois que je trébuche. Merci d'être la meilleure sœur que quelqu'un puisse rêver d'avoir et de me rendre si fière.

À toute ma famille et à **ma grand-mère chérie**, merci d'avoir cru en moi quand je n'arrivais pas à le faire moi-même, d'avoir veillé à ce que je ne me sente jamais seule où incomprise. Je vous aime tous autant que vous êtes.

À notre encadrant, Dr Djeradi Mustapha Ameer, pour son appui et son accompagnement durant toute cette année de fin d'études.

À mes binômes, qui se sont révélées être de merveilleuses partenaires de travail et des amies dévouées.

Zina, source intarissable d'inspiration pour moi et la meilleure personne que j'ai pu croiser dans ma vie, merci d'avoir été ce que tu as été pour moi durant toutes ces années. On fait une rencontre pareille une fois seulement dans une vie, et je suis heureuse d'avoir été assez chanceuse pour que tu décides de parcourir ce bout de chemin avec moi, en dépit des difficultés. Merci pour ton amour, ton amitié et de posséder le cœur le plus pur qui puisse exister.

Sarah, apprendre à te connaître, à te côtoyer tous les jours, partager tous ces moments avec toi a été l'une des meilleures choses qui me soient arrivées. Merci pour ta patience, ta gentillesse et ton travail acharné. Ma gratitude envers toi est immense.

À Abderrahmane et Amine, merci de m'avoir adopté au sein de votre groupe, de m'avoir fait me sentir comme l'une des vôtres. Merci pour les fous rires, tous les repas partagés, la bonne compagnie et les encouragements perpétuels. Vous avez fait en sorte que cette année soit inoubliable.

À l'ensemble de notre groupe : Samira, Chahra, Ghada, Imen, Ikram et Bakhtia... J'ai été ravie de passer cette dernière année à vos côtés, d'avoir partagé tous les bons et les mauvais moments ensemble.

À Khadidja, Yasmine, Kaouther, Lamia, Cerine, Zaki... Toutes ces personnes merveilleuses avec qui j'ai tant partagé, j'ai tant ri, j'ai tant appris : merci d'avoir rendu ces

années plus faciles, plus drôles et plus joyeuses. Grandir à vos côtés et assister à toutes vos réussites a été l'expérience la plus enrichissante que j'ai connu jusque-là.

À tous mes amis : Kenza, Nesrine, Amina, Amira, Kenza, Manel, Djaoued... Merci pour votre soutien, vos sourires, et votre présence. Vous n'imaginez pas à quel point vous avez pu m'aider et m'inspirer.

À l'ensemble des gens qui nous ont aidé par leur précieuses informations et participations aux enquêtes établies, pour leur gentillesse et leur disponibilité. Pour leur apport et pour leur vision nouvelle apportée à notre travail.

Aux personnes brillantes et inspirantes que j'ai croisé tout au long de mon parcours, qui ont su éveiller en moi un intérêt grandissant sur différents sujets liés à la profession.

À tous ceux qui ont contribué à ce travail, de près ou de loin, un grand MERCI.

Mekrarbech Yasmine

Table des matières

Remerciements	3
Dédicace	4
Dédicace	5
Dédicace :	6
TABLE DES ILLUSTRATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX	ix
ملخص	x
Résumé	xi
Abstract	xii
INTRODUCTION :	1
CHAPITRE I : CLARTE DE L'IDEE	11
Introduction	11
1.1 Un défi de taille pour notre siècle : le réchauffement climatique	11
Conséquences du réchauffement climatique :	12
1.2. Situation énergétique en Algérie :	12
1.2.1. La Production d'énergie primaire en Algérie	12
1.2.2. Le potentiel de l'Algérie en matière d'énergies renouvelables	12
1.2.3. Ressources hydriques en Algérie :	13
1.3. Stress hydrique	16
1.3.1. La responsabilité de l'architecture dans le stress hydrique	18
1.3.2. L'implication de l'architecture dans la préservation des ressources hydriques : ...	19
1.3.3. Cas d'étude : le hammam	20
CHAPITRE II : THEORISATION, METHODOLOGIE ET CONCEPTUALISATION	23
Partie I : Théorisation	23
1.1. Etymologie	24
1.1.1. Bain maure	24
1.1.2. Hammam vert :	25
1.2. Les bains méditerranéens	25
1.2.1. Les Bains en Turquie	25
1.2.2. Les Bains en Syrie	26
1.2.3. Les Bains en Egypte :	27
1.2.4. Les Bains Andalous :	27
1.2.5. Les Bains au Maroc	28

1.3. Les bains algériens :	29
ORAGANISATION ARCHITECTURALE	29
1.3.1. Les bains médiévaux (antérieurs au XVIe s.).....	29
1.3.2. Les bains ottomans d’Alger – XVIe XIXe s.	30
1.3.3. Fonctionnement technique :	30
1.4. Etudes des précédents.....	32
1.4.1. Hammam « Sidna » :.....	32
1.4.2. Hammam Sidi-Bougdoor (Alger).....	33
1.5. Les Thématiques :	34
1.5.1. Les thermes de vals	34
1.5.2. HAMMAM "SOUK EL-GHEZEL" (Constantine).....	36
Partie II : CONCEPTUALISATION	38
1.1. Courants et principes architecturaux	38
1.1.1. Le postmodernisme	38
1.1.2. Les concepts clés du postmodernisme en architecture.....	39
1.1.3. Le néo-modernisme.....	39
1.1.4. Les concepts clés de postmodernisme en architecture	40
1.1.5. Fusion stylistique :	40
1.1.5. MARIO BOTTA :	40
1.1.6. Les concepts de Mario Botta :.....	41
Synthèse :	43
1.1.7. L’architecture verte :	43
Partie III : METHODOLOGIE	46
3.1. Modèle d’analyse :	46
3.1.1. Positionnement épistémologie :	46
3.1.2. La méthode Inductive :.....	46
3.1.3. Approche de thème :	47
3.1.4. Approche sensorielle (site) :.....	49
Partie IV : CONCEPTUALISATION.....	51
IV. PRESENTATION DU CONTEXTE.....	51
4.1. Présentation de la wilaya de Mostaganem :	51
4.2. Situation de la zone d’étude dans la ville :.....	51
4.3. Accessibilité :	51
4.4. Perméabilité physique	52
4.4.1. Les Voies et Les nœud :	53

4.4.2. Les limites :	53
4.5. Perméabilité visuelle :	54
4.6. Analyse de site	56
4.7. Les données climatiques	57
4.7.1. TEMPERATURE :	57
4.7.2. HEURES DE SOLEIL :	57
4.7.3. PRECIPITATIONS :	58
4.7.4. HUMIDITE :	59
4.7.5. LES VENTS DOMINANTS :	59
4.7.6. La disponibilité des eaux sous terrain :	59
4.8. Synthèse	60
Partie V : CONCEPTION DU PROJET	61
5.1. Approche architecturale	61
5.1.1. Plan masse	61
5.1.2. Schémas de principe	62
5.1.4. Traitement des façades :	67
5.1.5. Choix de matériaux	67
5.1.6. Choix de Structure :	73
5.1.7. Les ambiances extérieures :	75
5.2. Approche technique	77
5.2.1. Energie Thermique :	77
5.2.2. Energie Solaire (production électrique) :	78
5.2.3. Energie Hydrique	79
CHAPITRE III : Business Model Canvas	81
Présentation de notre idée à travers les différents canaux du BMC	83
1.1. Proposition de valeur :	83
1.1.1. Valeurs proposées aux clients :	83
1.1.2. Solutions alternatives visant à régler le même problème qui ont été mises en application	84
1.2. Segment de clientèle ciblée	87
1.2.1. Hammams en cours de construction :	87
1.2.2 Hammams existants :	87
1.3. Relations clients	88
1.3.1. Relation commerciale :	88
1.3.2. Relation juridique :	88

1.4. Canaux de distribution	89
1.4.1. Avant fabrication :.....	90
1.4.2. Pendant la fabrication :.....	91
1.4.3. Après la fabrication :.....	92
1.5. Canaux de distribution que préfèrent-les clients :.....	92
1.6. Partenaires clés :.....	92
1.7. Les fournisseurs.....	94
1.8. Activités clés	94
1.8.1. Activités principales.....	94
1.8.2. Les Activités secondaires :.....	95
1.9. Ressources clés.....	96
1.9.1. Ressources matérielles	96
1.9.2. Ressources humaines.....	97
1.9.3 Ressources financières	98
1.10. Dépenses.....	98
1.10.1Engagements financiers fluctuants :.....	98
1.10.2. Engagements financiers réguliers :	99
1.10.3. Engagements financiers pour la protection de la propriété intellectuelle :	100
1.10.4. Salaires des employés et des dirigeants de l'entreprise	100
1.11. Sources de revenus	101
Pourcentage d'augmentation du chiffre d'affaires entre chaque mois la première année puis la deuxième année :	102
Première année:	102
CHAPITRE 4 : Modèle préliminaire	103
Le recyclage des eaux usées comme solution alternative à la surconsommation hydrique	103
1.1. Traitement des eaux usées.....	105
1.1.1. Les filières de traitement des eaux usées	105
Application : HydroFilter, vers une gestion rationnelle hydrique au sein du hammam.....	109
1. Spatialisation du système	109
2.Traitement des eaux du hammam.....	110
2.1. Description de monobloc :	110
2.2. Etapes de filtration	111
2.3. Présentation d'unité de recyclage UR :.....	114
2.4. Composantes de l'unité de recyclage :.....	115
2.5. Système de fixation	118

CONCLUSION :	122
BIBLIOGRAPHIE	124
Ouvrage :	124
Article :	124
Mémoire :	125
ARTICLE :	125
ANNEXE :	128
QUESTIONNAIRE.....	133
1. Administratif :	133
2. Gestionnaire	135

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Carte des stations dessalements en Algérie Source researchgate.net	1
Figure 2 Schéma explicatif de l'évolution des hammams durant l'histoire-Source Auteurs....	2
Figure 3 Hammam « Sidi Lakhdar » Situé à Chemouma rue N 34 zone TTA-Source Auteurs	3
Figure 4 Graphe : Consommation d'eau-Source Auteurs	4
Figure 5 Graphe : Consommation annuelle de gaz et l'électricité. Source Auteurs.....	4
Figure 6 Carte : situation de zone d'étude-Source Auteurs	6
Figure 7 Schéma des questionnements. Source Auteurs	7
Figure 8 Schéma des failles et lacunes-Source Auteurs	8
Figure 9 : Graphe montrant l'accumulation du CO2 dans l'atmosphère de 1959 à 2022 Source : Earth System Research Laboratories.....	11
Figure 10: répartition de l'eau en Algérie du nord.....	14
Figure 11: zones de stress hydrique dans le monde. Source : https://meersens.com/stress-hydrique-une-situation-renforcee-par-le-rechauffement-climatique/	17
Figure 12: Graphe montrant la moyenne de disponibilité de l'eau et la consommation/hab en Algérie, de l'indépendance jusqu'à nos jours.....	18
Figure 13: Colonnes montrant la consommation hydrique d'un échantillon de hammam sur une durée de 3 ans	21
Figure 14 : Graphes montrant la consommation d'électricité et de gaz d'un échantillon de hammam sur une durée de 2 ans	21
Figure 15 Bain "Galatasaray" Istanbul-Source Auteurs	26
Figure 16 Bain "AL Malike"-Source Auteurs	26
Figure 17 Bain en Syrie-Source Auteurs.....	27
Figure 18 Bain "Al-Qaramidaine"-Source auteur	28
Figure 19 Bain Marocaine-Source Auteurs	28
Figure 20 Schéma d'évolution de hammam au fil du temps-Source Auteurs.....	29
Figure 21 Schéma des typologies des bains médiévaux en Algérie-Source Auteurs.....	30
Figure 22 Schéma des typologies des bain Ottomans en Algérie-Source Auteur.....	30
Figure 23 Schéma distribution d'eau et de chaleur dans un hammam-Source Auteurs.....	31
Figure 24 Schéma d'hypocaustes-Source Auteurs.....	32
Figure 25 Plan de Hammam Sidna-Source Auteurs.....	33
Figure 26 Les Plans du "Hammam Bougdour"	34
Figure 27 Vue extérieure les thermes vals	34
Figure 28 coupe schématique du thermes des vals-Source Auteurs.....	35
Figure 29 Schéma montrant le secteur d'implantation de hammam « souk El Ghazel	36
Figure 30 Schéma de zoning de hammam "Souk El Ghazel"-Source Auteurs	36
Figure 31 Schéma des factures déterminants-Source Auteurs	37
Figure 32 Carte mentale Mario Botta-Source Auteurs.....	40
Figure 33 Schéma des concepts clés de projet-Source Auteurs	43
Figure 34 Schéma Les piliers d'architecture vert-Source Auteurs	44
Figure 35 Schéma rituel dans le hammam-Source Auteurs	49
Figure 36 Carte de situation de la zone d'étude-Source Auteurs.....	51
Figure 37 Carte d'accessibilité de la zone d'étude-Source Auteurs	52
Figure 38 Carte des voies et nœud de la zone d'étude-Source d'auteurs	53
Figure 39 Carte des limites de la zone d'étude-Source Auteurs	54

Figure 40	Carte de perméabilité visuelle dans notre zone d'étude-Source Auteurs	55
Figure 41	Carte de zone primitive-Source Auteurs	56
Figure 42	Schéma de zone d'opération-Source Auteurs	56
Figure 43	Graphe : la température dans la zone d'étude Source Auteurs	57
Figure 44	Graphe : l'ensoleillement dans la zone d'étude Source Auteurs.....	58
Figure 45	Graphe : Précipitation dans la zone d'étude Source Auteurs	58
Figure 46	Humidité dans la zone d'étude-Source auteurs.....	59
Figure 47	Plan contrainte naturelles (eau souterrain) -Source PDEAU.....	60
Figure 48	Carte de site-Source Auteurs.....	60
Figure 49	Carte de paradigme-Source Auteurs	61
Figure 50	Plan masse-Source Auteurs.....	61
Figure 51	Schéma de motif arabesque-Source Auteurs	62
Figure 52	Schéma de principe 2D-Source Auteurs	62
Figure 53	Schéma de principe 3D-Source Auteurs	63
Figure 54	Plan sous-sol Source Auteurs.....	64
Figure 55	Accédé au Hammam-Source Auteurs	64
Figure 56	Plan Niveau +3.50-Source Auteurs.....	65
Figure 57	la salle froide (vestiaire) du hammam-Source Auteurs.....	65
Figure 58	la salle tiède- Source Auteurs.....	65
Figure 59	a salle chaude du hammam-Source Auteurs	66
Figure 60	Plan d'étage-Source Auteurs.....	66
Figure 61	Dortoir du hammam-source Auteurs.....	67
Figure 62	Schéma mur en pierre des champs-Source Auteurs	69
Figure 63	Schéma mur en briques réfractaires-Source Auteurs	71
Figure 64	Coupe-Source Auteurs	72
Figure 65	Mur porteur-Source Auteurs	73
Figure 66	La structure métallique-Source Auteurs	74
Figure 67	Vue extérieure 1 du hammam-Source Auteurs	75
Figure 68	Vue extérieure 2 du hammam-Source Auteurs	75
Figure 69	Vue extérieure 3-Source Auteurs	76
Figure 70	Vue extérieure 4-Source Auteurs	76
Figure 71	Vue extérieure 5-Source Auteurs	77
Figure 72	La configuration de coupole et les voutes dans la salle chaude -Source Auteurs..	78
Figure 73	Application des panneaux solaires sur le toit de hammam-Source Auteurs	79
Figure 74:	Système de dessalement des eaux de mer.....	85
Figure 75:	Système de récupération des eau pluviales.....	85
Figure 76:	Système de récupération des eaux grises.....	86
Figure 77:	Système de récupération des eaux usées en station d'épuration. Source : https://www.inbw.be/comment-fonctionne-une-station-depuration	87
Figure 78 :	Recyclage des eaux usées dans les stations de lavage Source : https://www.kaercher.com/fr/professional/solutions-de-nettoyage-par-activite/automobile/recyclage-d-eau-dans-les-installations-de-lavage.html	87
Figure 79	la réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle de l'assainissement.....	104
Figure 80	Les étapes de traitement des eaux usée. Source : https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2019/09/Labbaci-Haytem.pdf	108
Figure 81	Les différentes niveaux de filtration	108
Figure 82	Vue d'ensemble du système HydroFilter Source : Auteurs	109

Figure 83	Plan du sous-sol du hammam vert montrant le processus de recyclage des eaux usées à travers ses dimensions spatiales Source : Auteurs	110
Figure 84	Composition du monobloc de l'HydroFilter et du circuit de traitement des eaux usées Source : Auteurs.....	111
Figure 85	Phase 1 de filtration (filtre à tamis) Source : Auteure	112
Figure 86	Phase 2 de filtration (filtres géotextile et à sable) Source : Auteurs	112
Figure 87	Phase 3 de filtration (filtre à charbon actif, lumière UV) Source : Auteurs	113
Figure 88	Schéma du processus de recyclage des eaux usées du hammam-Source Auteurs	114
Figure 89	Schémas explicatif du processus de recyclage des eaux usées du hammam-Source Auteurs	114
Figure 90	Vue d'ensemble sur l'unité de recyclage qui compose le monobloc Source : Auteurs	114
Figure 91:	Les composantes de l'Unité de recyclage Source : Auteurs.....	115
Figure 92	Schémas de filtre à tamis-Source Auteurs	116
Figure 93	Schémas de Filtre géotextile/microfibre et filtre de sable-Source Auteurs	117
Figure 94	Schémas de filtre à charbon actif-Source Auteurs	118
Figure 95	La lampe UV-Source Auteurs.....	118
Figure 96:	Schéma montrant les trois sections de fixation du monobloc HydroFilter Source : Auteurs	119
Figure 97	Plan (partie supérieure du dispositif) montrant la fixation des filtres sur la plaque du monobloc Source : Auteurs	119
Figure 98	Plan (partie médiane du dispositif) montrant la fixation des filtres sur la plaque du monobloc Source : Auteurs	120
Figure 99	Plan (partie inférieure du dispositif) montrant la fixation des filtres sur la plaque du monobloc.....	120
Figure 100	Attestation de domiciliation a l'INAPI-Source Incubateur de l'université	131
Figure 101	Les tarifs de facturation des différents équipements	132
Figure 102	Facture N1 d'électricité et de gaz annuelle	132
Figure 103	Business model Canvas-Source Auteurs.....	138

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Production d'énergie primaire en Algérie	13
Tableau 2 Précipitations des 4 régions de l'Algérie du Nord Source : file:///C:/Users/adntech/Downloads/livreEAUAlgerie2004.pdf	14
Tableau 3 L'apport des oueds de l'Algérie du Nord	15
Tableau 4: Nombre de barrages dans les 4 régions de l'Algérie du nord	15
Tableau 5: Potentialités des eaux souterraines de l'Algérie du Nord	16
Tableau 6 Ressource matériels-source Auteurs.....	97
Tableau 7 Ressources humaines-Source Auteurs.....	97
Tableau 8Ressources financières-Source Auteurs.....	98
Tableau 9 Liste en détails sur les matériaux de fabrication-Source Auteurs	99
Tableau 10 Liste de outils lourd-Source Auteurs	99
Tableau 11 Liste des outils pour la fabrication-Source Auteurs	100
Tableau 12 Liste des moyens de protection-Source Auteurs	100
Tableau 13 Les factures fixes-Source Auteurs	100
Tableau 14 Les frais de la protection de la propriété intellectuelle-Source Auteurs.....	100
Tableau 15Salaires des employés et des dirigeants de l'entreprise-Source Auteurs	101
Tableau 16Tableau récapitulatif des quantités et des prix des appareils.....	101
Tableau 17Caractéristiques de monobloc Source : Auteurs.....	110
Tableau 18Caractéristiques d'unité de recyclage UR Source : Auteurs	115

ملخص

تغير المناخ هو أحد القضايا البيئية التي تهتم المجتمع الدولي. منذ التسعينيات، أدى مفهوم تغير المناخ إلى مناقشة الموارد المائية والمخاطر المرتبطة بها، من خلال وضعها في قلب المشكلة. موارد المياه عرضة للتغيرات في المناخ وطريقة الاستهلاك. في هذا السياق، كان تفكيرنا موجهاً نحو آلة رمزية للمجتمع الجزائري، تتعلق بالحمام. في الواقع وجدنا أنها آكلة مائية وتستهلك الكثير من الطاقة. يهدف هذا البحث النظري التجريبي إلى طرح مشكلة التفكير الجديد والنهج الجديد الذي سيتم اعتماده للتعويض عن إهدار المياه وفقدان الطاقة الناتج عنها. الغرض منه هو الإصلاح، في إطار المشاريع المبتكرة والحلول التقنية والمعمارية لاستعادة المياه وتحسين استهلاك الطاقة. هذا العمل هو جزء من منطق الربحية والابتكار الذي دعت إليه اتفاقية الشراكة المبرمة بين وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ووزارة اقتصاد المعرفة والشركات الناشئة والشركات الصغيرة، التي شرعت في عملية تهدف إلى تزويد الطلاب والمعلمين بإمكانية إنشاء شركات ناشئة واختراعات (براءات اختراع) في البيئة الجامعية. يقدم Le Hammam vert نهجاً مبتكراً لتقليل البصمة البيئية للحمامات وغيرها من المعدات التي تستهلك المياه. باستخدام نظام معالجة مياه الصرف الصحي الهجين، لتحسين استهلاك المياه والطاقة. بالإضافة إلى ذلك، يشتمل الحمام على ألواح شمسية مثبتة على سطحه، مما يجعل من الممكن التقاط الطاقة الشمسية وتحويلها إلى كهرباء. ثم يتم استخدام هذه الطاقة المتجددة لتشغيل مرافق الحمام، وبالتالي تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وهكذا، يقدم الحمام الأخضر حلاً كاملاً، يوفق بين تحسين المياه والطاقة، ويساهم في الحفاظ على البيئة مع توفير مساحة من الاسترخاء والرفاهية لمستخدميه. الطاقة الشمسية وتحويلها إلى كهرباء. ثم يتم استخدام هذه الطاقة المتجددة لتشغيل مرافق الحمام، وبالتالي تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وهكذا، يقدم الحمام الأخضر حلاً كاملاً، يوفق بين تحسين المياه والطاقة، ويساهم في الحفاظ على البيئة مع توفير مساحة من الاسترخاء والرفاهية لمستخدميه.

Résumé

Les changements climatiques font partie des questions environnementales qui préoccupent la communauté internationale. Depuis les années 90. La notion des changements climatiques met en débat les ressources en eau et les risques qui leurs sont liées, en les situant au cœur même du problème. Les ressources hydriques étant vulnérables aux variations du climat et du mode de consommation. C'est dans ce contexte que notre réflexion s'est orientée vers un équipement emblématique de la société algérienne, il s'agit du hammam. En effet nous avons constaté qu'il était hydrogivre et énergivore. Cette recherche empirico-théorique pour objectif de poser la problématique sur la nouvelle réflexion et la nouvelle approche à adopter afin de pallier au gaspillage d'eau et aux déperditions énergétiques qui en résultent. Son propos est de fixé, dans un cadre de projets innovants des solutions techniques et architecturales pour la récupération des eaux et l'optimisation de la consommation énergétiques. Ce travail vient s'inscrire dans la logique de rentabilité et d'innovation que préconise la convention de partenariat faite entre le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique et du ministère de l'Economie de la connaissance, des Start-up et des Micro-entreprises, qui se sont engagés dans une démarche visant à offrir la possibilité aux étudiants et enseignants de créer des startups et des inventions (brevets) en milieu universitaire, dans le cadre de la loi 12 ;75. Le Hammam vert propose une approche novatrice pour minimiser l'empreinte environnementale des hammams et d'autres équipements consommateurs d'eau. En utilisant un système hybride d'épuration des eaux usées, afin d'optimiser la consommation d'eau et d'énergie. De plus, le hammam intègre des panneaux solaires installés sur son toit, permettant de capturer l'énergie solaire et de la convertir en électricité. Cette énergie renouvelable est ensuite utilisée pour alimenter les installations du hammam, réduisant ainsi la dépendance aux sources d'énergie traditionnelles et limitant les émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, le Hammam vert offre une solution complète, conciliant l'optimisation de l'eau et de l'énergie, et contribuant à la préservation de l'environnement tout en offrant un espace de détente et de bien-être pour ses utilisateurs.

Abstract

Climate change is among the environmental issues of concern to the international community. Since the 1990s, the concept of climate change has sparked debates about water resources and the associated risks, placing them at the heart of the problem. Water resources are vulnerable to climate variations and are depleting rapidly. In light of this context, our focus has shifted to an emblematic public facility in Algerian society, namely the hammam (public bathhouse). We have observed that it is water-intensive and consumes a significant amount of energy. This study aims to address the issue by proposing new perspectives and approaches to mitigate water wastage and resulting energy losses. This will involve examining various parameters that influence and guide the selection of technical and architectural solutions, including the historical aspects of hammams worldwide, their practices and rituals, the appropriate device model for water recovery, energy production, and conservation, as well as the suitable materials to be used. All these considerations will be based on social constraints and architectural norms. Additionally, a prototype will be presented, focusing on energy optimization, efficiency, and its integration within society. This work aligns with the principles of profitability and innovation advocated by the partnership agreement between the Ministry of Higher Education and Scientific Research and the Ministry of Knowledge Economy, Startups, and Micro-Enterprises, according to the 12;75 law. These ministries have embarked on a collaborative effort to provide students and teachers with the opportunity to establish startups within the university environment.

INTRODUCTION :

Le changement climatique a fortement affecté le cycle naturel des précipitations et a entraîné une baisse significative du niveau d'eau dans les barrages du pays, ne soit pas plus de 45% (Boucetta, 2021). Conséquence d'une sécheresse qui sévit depuis quelques années déjà, le niveau de remplissage des barrages, notamment au centre et à l'ouest du pays, s'avère insuffisant pour alimenter en eau potable les populations de ces régions. Une situation qui a affecté le quotidien des Algériens, alors que la question demeure posée quant à savoir si le changement climatique est le seul responsable de cette crise. On estime la quantité d'eau gaspillée annuellement dans la nature, sans être exploitée, à 40% (Boucetta, 2021). Le facteur humain a, lui aussi, sa part de responsabilité dans cette crise en raison de la surexploitation de ce produit aussi bien dans les centres urbains que dans le secteur industriel. Même les stations de dessalement mises en place par le gouvernement n'arrivent pas à répondre aux besoins des habitants. Pour rappel, il existe actuellement 14 stations de dessalement d'eau de mer opérationnelles à ce jour (Figure 1 Carte des stations dessalements en Algérie Source researchgate.net. A noter que les Algériens consomment annuellement entre 3,6 et 4 milliards de mètres cubes, dont 30% proviennent des barrages et le reste vient des puits et des unités de dessalement d'eau de mer, selon les statistiques officielles (Boucetta, 2021). Ainsi, on constate une surconsommation hydrique au niveau des stations de lavage, des mosquées, et surtout des hammams, où il y a de forts taux de gaspillage. Il est là question d'un usage de 8 m³ d'eau par personne, ou les robinets peuvent restés ouverts pendant des heures d'affilée variant d'une à 4 heures par usagère, soit un épuisement total quotidien de 640 m³ par jour pour 80 personnes (enquêtes auteures, 2023).

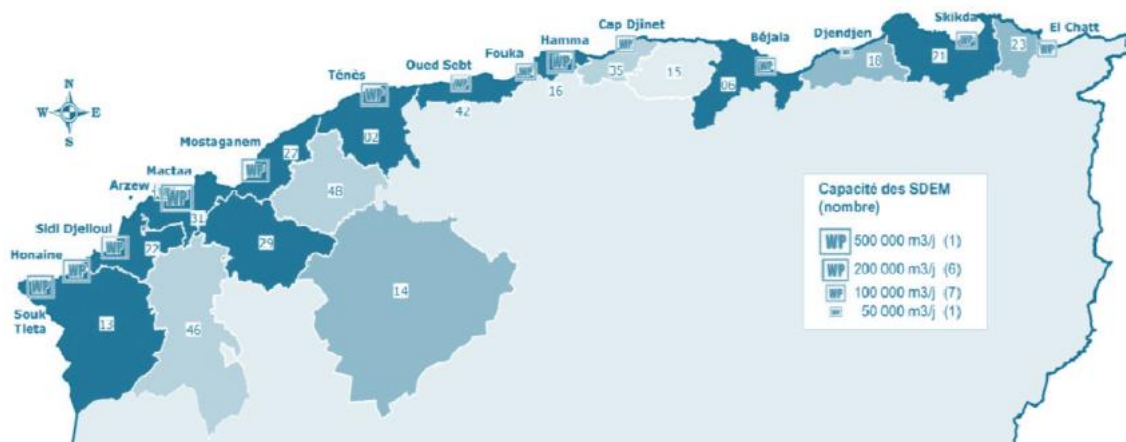


Figure 1 Carte des stations dessalements en Algérie Source researchgate.net

Autre fait à noter, les hammams puisent pour la plupart leur eau dans les puits, ce qui altère grandement les nappes phréatiques et par ailleurs non seulement la quantité des eaux souterraines disponibles mais aussi leur qualité. Également énergivore, le hammam épuise une grande quantité d'énergie électrique, essentiellement due au chauffage de l'eau. Ainsi, en prenant un échantillon du hammam sur une durée annuelle, nous avons remarqué une consommation en électricité qui pouvait atteindre les 3618 kWh, avec 5949 m³ en gaz correspondant à 1868 m³ d'eau dépensée.

La compensation de ce déficit est difficile à entreprendre, néanmoins en prenant des mesures drastiques notamment dans le secteur de la construction, il serait possible de cautériser la plaie et de conserver cette ressource qui nous est si vitale. C'est ce que nous comptons faire

à travers la conception d'un éco-hammam vert et viable, capable de réduire jusqu'à 50% de la consommation hydrique par rapport aux taux actuels. Soit l'équivalent de 116 800 m³/an (enquêtes auteures, 2023). Cette quantité pouvant servir à d'autres usages notamment un plus large approvisionnement en eau potable au niveau national et pouvant même sur le long terme réduire considérablement le niveau de stress hydrique dont souffre l'Algérie.

Le hammam, également connu sous le nom de bain turc, est un bain de vapeur traditionnel. Lieu de détente et de purification qui permet de se débarrasser des toxines du corps et du stress. Ce dernier est constitué de trois espaces principaux aux différents usages et aux températures changeantes. Bien que plus modeste, il tient cependant ses origines du bain antique. Le hammam à proprement dit, à savoir le modèle architectural et social que l'on connaît de nos jours est originaire du Moyen-Orient, où il s'est vite répandu autour du bassin méditerranéen puis plus tard, a connu un essor en Occident pour ses nombreux bienfaits sur le corps et l'esprit. La période prospère de cet établissement s'étend du XI^e au XIII^e siècle. Plus qu'un lieu d'hygiène et d'échanges, il indiquait le statut socio-économique de la médina musulmane dans lequel il se trouvait. Lorsque le calife Walid ibn'Abd al-Malik décide de construire la mosquée omeyyade de Damas (705-715 ap.J.-C), il s'adressa à ses habitants en ces termes : « *quatre qualités font votre fierté : votre eau, votre air, vos fruits et vos bains. Je voudrais que la mosquée omeyyade soit la cinquième qualité.* » (Insaniyat N° 63-64 | 2014 | Le Hammam en Méditerranée)

Inscrit dans le quartier, le hammam avec ses normes et valeurs, exprime toute la charge culturelle et anthropologique des sociétés qui l'ont adopté. Tout cet héritage et cette mémoire collective s'est vu transmettre de générations en générations, à travers le temps et l'espace pour donner ce que nous connaissons aujourd'hui de hammams traditionnels, devenant une pratique courante dans de nombreux pays comme la Turquie, la Syrie, le Maroc, la Tunisie et l'Algérie (Figure 2 Schéma explicatif de l'évolution des hammams durant l'histoire-Source Auteures

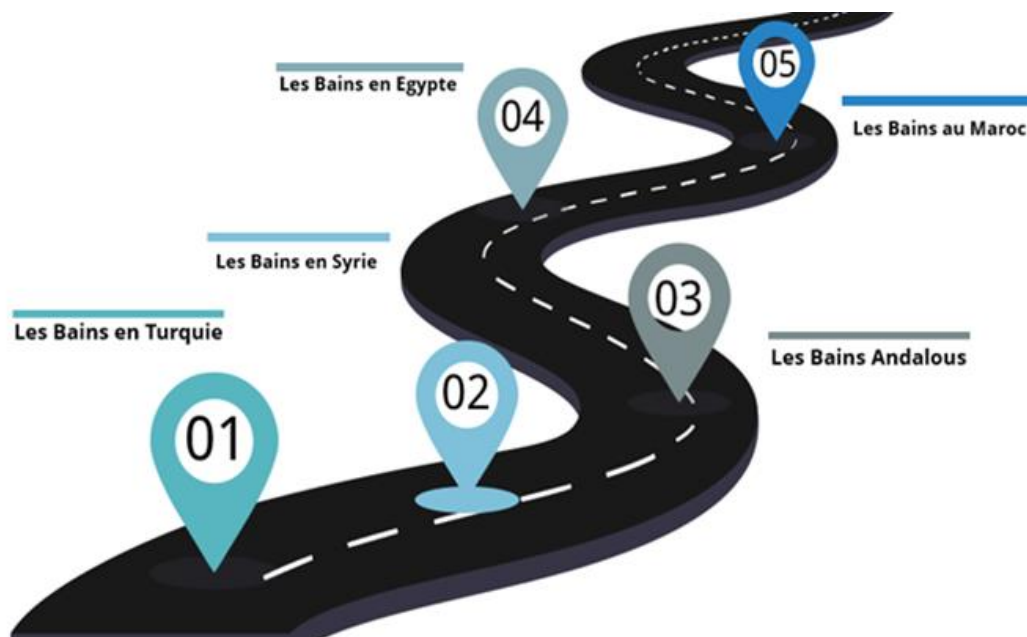


Figure 2 Schéma explicatif de l'évolution des hammams durant l'histoire-Source Auteures

Équipement emblématique de la société algérienne, il n'en reste pas moins absorbeur d'énergie. En effet, en prenant un cas de hammam comme échantillon (Hammam « Sidi Lakhdar » à Chemouma) d'étude et en analysant la consommation d'eau, d'électricité et de gaz, nous pouvons constater que le hammam est très énergivore. Les hauts niveaux de consommation associés sont principalement attribués aux grandes quantités d'énergie requises pour chauffer l'air ambiant et maintenir une température constante et à la surconsommation et au gaspillage hydrique de la part de ses usagers.



Figure 3 Hammam « Sidi Lakhdar » Situé à Chemouma rue N 34 zone TTA-Source Auteurs

Bien que le hammam soit approvisionné en quantité suffisante pour assurer le bon fonctionnement de ce dernier, il n'empêche qu'il participe d'une façon ou d'une autre à l'épuisement des ressources naturelles. (Voir l'Annexe)

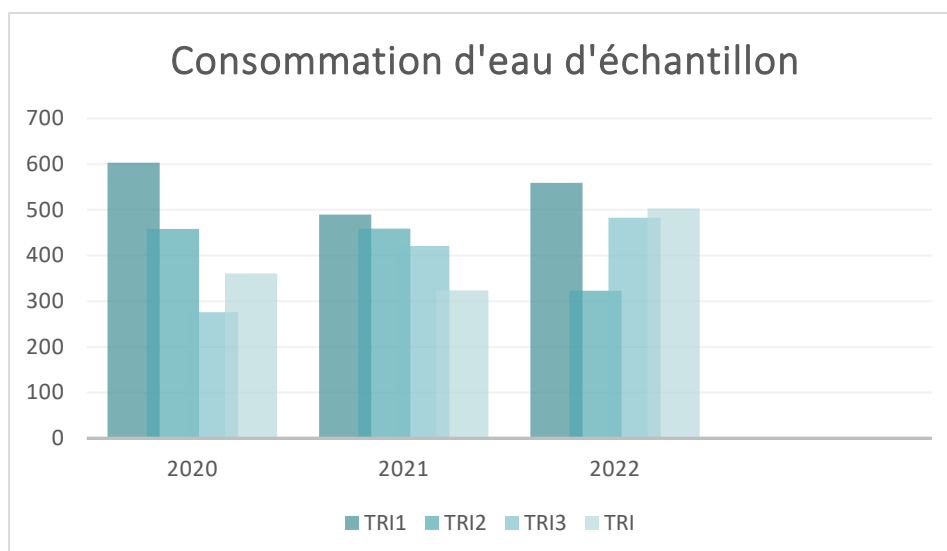


Figure 4 Graphe : Consommation d'eau-Source Auteurs

En prenant un échantillon un hammam ici à Mostaganem, nous avons constatées, sur une durée des 3 dernières années une consommation en eau qui peut atteindre les 603 m³/trimestre.

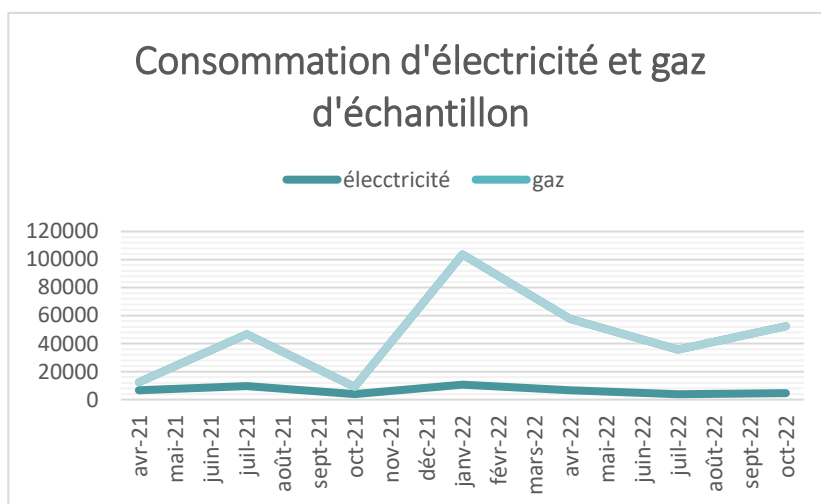


Figure 5 Graphe : Consommation annuelle de gaz et l'électricité. Source Auteurs

L'échantillon du hammam a montré une consommation annuelle élevée en électricité, atteignant jusqu'à 3618 kWh, ainsi qu'une consommation de gaz de 5949 m³. Ces chiffres indiquent une utilisation importante d'énergie pour le fonctionnement du hammam, avec une dépendance significative à la fois à l'électricité et au gaz

On relève également quelques problèmes d'ordre économique et de gestion : tel que la tarification de l'eau souvent dérisoire, encourageant, ainsi le gaspillage de cette denrée rare. Une approche exhaustive et fiable est donc nécessaire pour sensibiliser et responsabiliser les premiers acteurs concernés, sur la consommation des quantités nécessaires au fonctionnement de leur activité dans le respect de l'environnement. Pour ce faire, il y a lieu de réfléchir à introduire un système en boucle, indépendant de récupération des eaux des hammams.

Faisant partie intégrante de notre identité nationale, le hammam incarne deux mémoires, l'une est tangible, concrète, palpable, matérielle et l'autre est intangible, représentant les artefacts, les pratiques et le milieu social auquel il appartient. Notre intérêt se focalise sur ces deux aspects là, bien que différents, complémentaires. Comme précédemment mentionné, le hammam est un élément important du patrimoine culturel algérien depuis des siècles. Patrimoine architectural mais également social, notamment pour la femme. En effet, l'utilisation de l'espace public pour les femmes est sélectionnée : dans la plupart des villes, les femmes ont un choix restreint d'endroits où se rencontrer en dehors de leurs maisons ou de leur lieu de travail, ce qui rend le hammam depuis toujours un endroit propice pour se détendre et échanger. *« Il est devenu évident que le hammam est non seulement un espace avec ses caractéristiques architecturales, mais un microcosme social avec ses propres modes de vie sociale, y compris les normes, les valeurs et les règles sociales qui sont typiques pour cette institution. »* (Dumreicher, 2014).

Abordable et ouvert à chacun, le hammam est l'un des rares endroits où toutes les catégories sociales se retrouvent, sans grande possibilité de différencier entre elles. C'est aussi un lieu étroitement lié aux célébrations religieuses et culturelles en tous genres, du mariage à la naissance des petits. Cependant, l'interprétation et la relation au hammam a changé au fil du temps et des générations, dont *« la perception du corps humain : d'une part le sens de la progression de la pratique religieuse, où à la fin de l'échelle, il est interdit d'utiliser le hammam, et d'autre part l'influence de la pratique contemporaine d'une extra hygiène personnelle privée, y compris de nouveaux endroits comme le sauna et les nouveaux clubs sportifs, qui bouscule l'usage traditionnel du hammam Il y a un mouvement de l'arrière vers l'avant entre re-traditionalisme religieux et le soi-disant mode de vie moderne »*. (Dumreicher, 2014).

Actuellement, le hammam est inutilisé durant la nuit, ce qui représente un manque à gagner pour les propriétaires. Contrairement aux hammam-s des médina-s, où cet établissement était polyvalent, en permettant une utilisation plus optimale de l'équipement et de l'espace disponible.

En étudiant l'emplacement du site (Figure 6 Carte : situation de zone d'étude-Source Auteurs pour notre projet, nous avons découvert que la parcelle de terrain était principalement recouverte d'eaux souterraines. Cette constatation nous a incités à réfléchir à la manière dont nous pourrions tirer parti de cette donnée dans notre projet. Nous avons envisagé de concevoir un hammam qui puiserait son eau de la nappe phréatique déjà présente sur le site. Par ailleurs, en examinant l'environnement immédiat du site, nous avons identifié les besoins récurrents de la communauté locale en termes d'établissements publics. Nous avons également remarqué que le hammam fait partie d'un ensemble de lieux qui ont évolué au fil du temps pour soutenir les activités sociales et économiques de la médina. Dans notre cas, ces activités sont bien présentes dans un périmètre restreint du terrain choisi à Kharrouba, en plus d'une cité universitaire et de logements collectifs à proximité. Notre choix de site est motivé par plusieurs raisons : la possibilité de construire en adaptant les gradins au terrain naturel, la création de mouvement, la proposition de scénarios d'aménagement possibles, l'optimisation de l'accès par des voies

secondaires et tertiaires en hiérarchisant et complétant les différents éléments, ainsi que l'aspect général du relief présentant une pente régulière et suffisante.

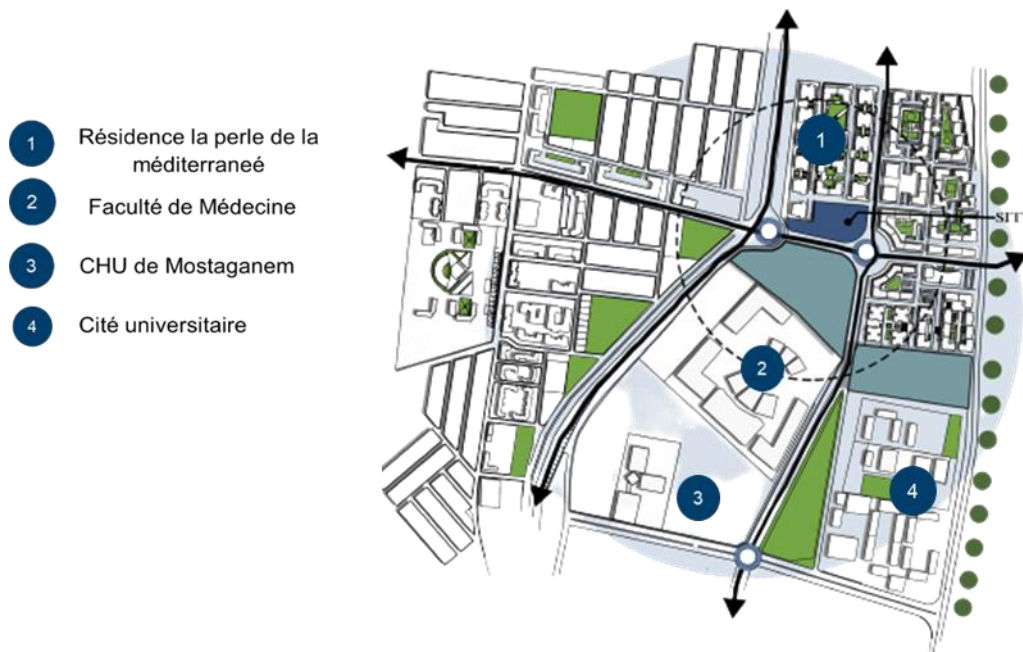


Figure 6 Carte : situation de zone d'étude-Source Auteurs

Notre participation au projet « Innovation et création de start-up » lancé par l'Université de Mostaganem nous a permis d'isoler un des problèmes récurrents constatés au sein du hammam, à savoir la gestion de l'eau. Pour résoudre ce problème, nous avons pensé à court-circuiter l'eau pour pouvoir la garder au sein du hammam pour une éventuelle réutilisation dans un circuit fermé et indépendant. Pour ce faire, nous avons fusionné deux procédés de traitement et de recyclage des eaux usées : l'Hydraloop et l'Ultrafiltration.

À travers ce projet, nous cherchons à repenser le concept du hammam. Nous sommes conscients que pour que les hammams jouent un rôle significatif dans la vie des individus, de l'environnement, des groupes et des communautés qui les utilisent, il est essentiel d'identifier et de répondre aux besoins immédiats et à long terme de ces utilisateurs de la manière la plus respectueuse possible. Il est crucial de prendre en compte la dimension sociale de ces espaces. De plus, il est nécessaire que l'architecture du hammam soit abordable et économiquement viable. Notre point de départ est le suivant :

- **Comment concevoir le hammam de demain ?**
- **Quelle architecture adopter ?**
- **Quelle typologie privilégier ?**
- **Quels systèmes de récupération d'eau et d'énergies renouvelables mettre en place ?**

Les questionnements suivants sont objets de réponses :



Figure 7 Schéma des questionnements. Source Auteures

Dans une tentative de réponse, nous avons émis quelques hypothèses pour trouver une méthode fiable pour sensibiliser les acteurs concernés sur la nécessité de consommer de manière responsable et rationnelle les ressources hydriques utilisées par le hammam. Cela est particulièrement important étant donné la situation hydrique critique en Algérie et le gaspillage d'eau sans possibilité de traitement ou de réutilisation. Pour remédier à cette problématique, un système en boucle fermée de récupération des eaux usées a été introduit. L'objectif principal est d'optimiser l'utilisation de l'eau et de la tarifier à sa juste valeur afin d'économiser l'énergie. Les mesures mises en place visent à assurer que le Hammam Vert fonctionne efficacement et durablement, tout en maintenant des niveaux élevés de qualité. La technologie moderne est utilisée pour améliorer la consommation d'eau, réduire les coûts associés aux services publics et promouvoir une utilisation plus responsable de cette ressource naturelle. Aussi, l'objectif de cette étude est de mesurer le taux et l'impact qu'aurait la mise en place de ces dispositifs intelligents, au niveau du hammam, sur la consommation hydrique et énergétique de ce dernier, ainsi que sur sa rentabilité à long terme. L'objectif est de présenter les principaux résultats qui découleront de cette expérimentation dans le but de concevoir un prototype de hammam vert, viable et autonome énergétiquement.

Pour ce faire, nous avons fait recours au constructivisme, une approche épistémologique qui considère que la vérité et la réalité sont relatives et dépendent de la représentation de l'expérience du réel. Le principe dialogique de l'indissociabilité entre sujet et objet est maintenu, et l'interaction sujet-objet est la base de la recherche. Les hypothèses sont formulées par induction à partir d'observations spécifiques pour arriver à une conclusion générale.

La méthode inductive consiste à partir de l'observation empirique des faits pour élaborer des propositions et dégager des schémas communs d'interprétation menant au développement d'une nouvelle théorie. Cette méthode est souvent privilégiée dans la recherche qualitative. Elle permet à l'apprenant de rencontrer des aspects imprévus et des aléas qui sont les plus intéressants et porteuses de connaissances. La démarche inductive se résume en cinq étapes définir le phénomène, formuler une hypothèse provisoire, confronter chaque cas à l'hypothèse, reformuler ou redéfinir l'hypothèse si elle ne correspond pas aux faits, et atteindre une certitude

probable en examinant plusieurs cas, mais infirmer l'explication en cas de découverte d'un seul cas négatif.

Figure 8 Schéma des failles et lacunes-Source Auteurs



La réflexion du projet du hammam dans sa conception, essentiellement centrée sur une interprétation de l'architecture verte, exprime une envie de refléter une idée à travers des principes de durabilité et de responsabilité environnementale. Nous avons pris en compte les différents aspects du hammam, de la conception architecturale à la gestion des ressources en eau et en énergie, en passant par l'expérience utilisateur, et nous avons cherché à intégrer des technologies modernes pour améliorer la consommation d'eau et réduire les coûts liés aux services publics, tout en préservant la qualité de l'expérience de baignade pour les utilisateurs.

En outre, en participant au projet "Projet Innovant" initié par l'Université de Mostaganem, en partenariat avec le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique et le ministère de l'Économie de la Connaissance, des Start-up et des Micro-entreprises, nous montrons notre engagement envers l'innovation et le développement de l'économie locale, notre réflexion s'est orientée et puis polarisée sur la question de réduction énergétique au sein du hammam, chose qui s'est concrétisée par le prototypage d'un modèle hybride de traitement des eaux usées pour une réutilisation circulaire, en plus de l'emploi de panneaux solaires qui permettront de chauffer l'eau de manière passive, dans un souci de minimisation de l'énergie électrique et du gaz par la même occasion.

Notre projet de hammam a été initié en prenant en considération les principes fondamentaux qui allaient orienter notre travail. Nous avons accordé une attention particulière au travail de Mario Botta, dont les idées rejoignent les nôtres en ce qui concerne l'utilisation de matériaux naturels et traditionnels dans la conception architecturale. Dans notre projet, nous avons souhaité intégrer l'architecture traditionnelle afin de créer une architecture moderne, durable et responsable qui préserve la culture tout en répondant aux besoins actuels.

À l'instar de Botta, nous avons choisi d'utiliser la pierre comme matériau noble et durable, reflétant ainsi la tradition architecturale locale. Nous avons travaillé la pierre de manière traditionnelle pour façonner les bâtiments en fonction de la conception, tout en

exprimant la stabilité et la permanence propres à l'architecture. Ces deux concepts visent à créer une harmonie avec l'environnement environnant, à maintenir un lien avec la tradition architecturale locale, tout en offrant une architecture moderne et fonctionnelle pour répondre aux besoins actuels.

Nous pouvons observer l'application de ces concepts dans plusieurs réalisations de Botta, telles que le centre culturel et sportif à Bellinzona en Suisse, construit en granit, la bibliothèque de Côme en Italie, construite en pierre calcaire locale.

En parallèle, nous nous sommes également penchés sur la question de la réduction de la surconsommation d'eau et d'énergie (électricité et gaz) au sein du hammam. Pour cela, nous avons envisagé une approche novatrice qui exploite les avancées technologiques. Notre idée consiste à mettre en place un système en boucle fermée qui permettrait de réutiliser l'eau dans le hammam. Nous avons examiné les systèmes existants, tels que les membranes et l'ultrafiltration, couramment utilisés dans notre pays, et nous avons envisagé de développer un nouveau système basé sur la technologie afin de réduire la consommation.

Par ailleurs, nous avons envisagé l'utilisation de trackers solaires, ce qui nous permettrait de tirer parti de l'énergie solaire pour répondre aux besoins énergétiques du hammam. Nous pourrions également exploiter cette énergie solaire pour le chauffage de l'eau, contribuant ainsi à minimiser la consommation de gaz.

En résumé, notre approche consiste à explorer des solutions technologiques novatrices, telles qu'un système en boucle fermée pour la réutilisation de l'eau, ainsi que l'utilisation de trackers solaires pour une production d'énergie plus durable au sein du hammam. Ces mesures sont destinées à réduire la consommation d'eau et d'énergie, contribuant ainsi à une approche écologique et durable du fonctionnement du hammam.

Ce mémoire s'organise autour de quatre chapitres. Le premier étant consacré à la clarté de l'idée entourant notre projet. Nous démontrerons le fil conducteur de notre réflexion pour assurer une bonne compréhension du problème qu'on essaie de traiter, à travers la conception d'un hammam vert, ainsi que les objectifs que nous nous sommes fixés pour y arriver.

Le deuxième chapitre quant à lui explorera la théorisation et la conceptualisation liés à notre projet. Un intérêt particulier sera porté sur le contexte général entourant le hammam : (étymologie, origines, évolution et pratiques), en se basant sur l'étude de quelques cas en Algérie. Il permettra de mieux comprendre l'usage social et l'importance du hammam dans sa dimension architecturale et culturelle, explicitant ainsi le rapport de la société à son espace. Une description des espaces architecturaux et des usages actuels de ce lieu sera faite également.

Un second volet sera consacré au modèle de conception de hammam que nous proposons, notamment à travers ses aspects théoriques et architecturaux. En effet, en examinant en détail les concepts clés du projet, tels que le postmodernisme et le néo-modernisme. Nous avons conclu que Mario Botta parvient à fusionner ces deux styles en créant une approche architecturale unique. Pour mieux interpréter ces concepts, nous avons utilisé une carte mentale qui nous a permis d'explorer les différentes idées et influences. En outre, nous avons également abordé l'approche d'architecture verte adoptée dans le projet du hammam. Cette approche vise à résoudre les problèmes identifiés au sein du hammam en adoptant des solutions durables et respectueuses de l'environnement. Après quoi nous nous sommes penchés sur la méthodologie utilisée, en mettant l'accent sur un modèle d'analyse basé sur des enquêtes participatives. Cette

méthodologie repose sur cinq éléments clés : le positionnement épistémologique, la méthode, l'approche, les techniques et les outils. Tous ces éléments ont été intégrés dans notre modèle d'analyse afin de répondre efficacement à la problématique étudiée. Viens ensuite l'interprétation abstraite des données recueillies. Nous commencerons par la présentation détaillée du contexte de notre projet. Nous décrivons la zone d'étude en mettant en évidence ses limites géographiques et les axes structurants qui la définissent. De plus, nous mettrons en évidence les caractéristiques spécifiques du site sur lequel le projet sera réalisé. Nous accorderons également une attention particulière à la disponibilité de l'eau souterraine, étant donné son importance pour le hammam. En exposant ces informations, nous créons un cadre complet pour comprendre le contexte dans lequel notre projet s'inscrit. Cela nous permet de prendre en compte les particularités du site et les éléments environnementaux qui influenceront la conception et la mise en œuvre du hammam. Enfin, nous mettons en pratique tous les éléments précédents pour créer une vision prospective de notre hammam écologique. Nous détaillons les schémas de principes, le plan masse, les plans détaillés et le choix des matériaux de construction, en veillant à intégrer nos objectifs de durabilité et d'efficacité énergétique. De plus, nous abordons l'utilisation de l'énergie solaire à travers l'installation de panneaux solaires, une approche novatrice pour répondre aux besoins énergétiques du hammam. Un aspect crucial que nous examinons est la conservation thermique, que nous réalisons grâce à l'utilisation de couples thermiques. Cette technique vise à optimiser l'efficacité énergétique du hammam en minimisant les pertes de chaleur. L'ensemble de ces démarches et choix techniques nous permet de créer un hammam qui intègre harmonieusement des éléments de durabilité, d'efficacité énergétique et de préservation des ressources, tout en offrant une expérience agréable et respectueuse de l'environnement pour les visiteurs.

Dans le troisième chapitre, il sera question d'établir un BMC (Business Model Canvas). Il s'agit d'un outil utilisé pour décrire et analyser le modèle économique d'une entreprise, dans le cas actuel ça concerne surtout l'idée innovante développée au sein de notre projet, dans le but d'obtenir un brevet d'innovation. Il permet de fournir une représentation visuelle des différents éléments clés du modèle d'affaires établi et de comprendre la stratégie adoptée pour créer de la valeur et arriver à un taux d'expansion rapide dans le marché. Le BMC se compose de neuf éléments qui seront détaillés dans ce chapitre. Ça nous permet d'identifier les points forts et les faiblesses de notre idée, explorant ainsi de nouvelles alternatives d'intervention en apportant des ajustements et des améliorations en conséquence. Tout en ayant une perception, une vision précise et concrète du marché et de tout ce qui l'enveloppe.

Pour finir, le dernier chapitre est destiné à l'aspect technique de la solution proposée dans le cadre de la loi 12 ;75. Nous abordons cette partie en polarisant notre réflexion sur la question de réduction énergétique au sein du hammam ou quelle stratégie adopter pour faire des eaux usées un atout et non une contrainte. La réponse est donnée sous forme d'un modèle préliminaire hybride de recyclage et de traitement des eaux usées pour une réutilisation quotidienne, visant à résoudre les problèmes de gestion de l'eau de manière écologique

CHAPITRE I : CLARTE DE L'IDEE

Introduction

Au cours des dernières décennies, notre planète a connu une augmentation sans précédent de la concentration de ces gaz dans l'atmosphère, entraînant un déséquilibre thermique et des perturbations climatiques à l'échelle mondiale.

Les conséquences du réchauffement climatique sont vastes et variées. Les températures plus élevées entraînent la fonte des glaciers, provoquant l'élévation du niveau de la mer. Cela menace les zones côtières et les populations qui y vivent. Les événements météorologiques extrêmes, tels que les tempêtes violentes, les sécheresses prolongées et les vagues de chaleur, deviennent plus fréquents et plus intenses, mettant en danger les écosystèmes naturels, l'agriculture, la sécurité alimentaire et la santé humaine.

1.1 Un défi de taille pour notre siècle : le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** fait référence à l'augmentation progressive de la température moyenne de la terre due aux activités humaines, principalement la combustion de combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel. L'effet de serre est le principal mécanisme responsable du réchauffement climatique. Les gaz à effet de serre, tels que le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O), piègent la chaleur du soleil dans l'atmosphère terrestre, engendrant une augmentation de la température globale.

1

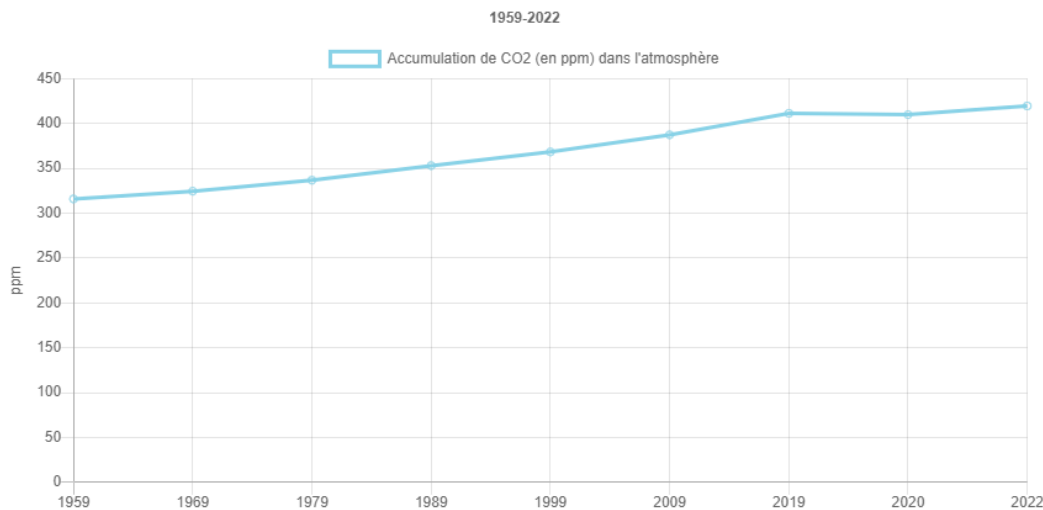


Figure 9 : Graphe montrant l'accumulation du CO₂ dans l'atmosphère de 1959 à 2022 Source : Earth System Research Laboratories

Le niveau de réchauffement global de 1.5 C par rapport à l'ère préindustrielle sera atteint dès le début des années 2030, quels que soient les efforts de réduction immédiate des émissions mondiales de CO₂. Les politiques actuellement en place conduiraient à un réchauffement global de 2.4 C à 3.5 C d'ici la fin du siècle, avec une valeur médiane de 3.2 C.

¹ L'acronyme « ppm » signifie « partie par million ». Il s'agit d'une unité de mesure utilisée pour calculer le taux de pollution dans l'air. Elle permet de connaître le nombre de molécules de gaz à effet de serre présentes dans un million de molécules d'air.

[HTTPS://WWW.VIE-PUBLIQUE.FR/EN-BREF/288687-RECHAUFFEMENT-CLIMATIQUE-UN-NOUVEAU-RAPPORT-ALARMANT-DU-GIEC](https://www.vie-publique.fr/en-bref/288687-rechauffement-climatique-un-nouveau-rapport-alarmant-du-giec)

Conséquences du réchauffement climatique :

Les conséquences des changements climatiques sont déjà visibles et ressenties dans de nombreux aspects de notre environnement. Les événements météorologiques extrêmes (sécheresses prolongées, canicules meurtrières, fonte de glaciers...) mettent en péril la biodiversité marine et les écosystèmes fragiles.

Le changement climatique et la perte de terres dues à la montée des eaux, ses impacts sur l'agriculture et la pêche affectant la sécurité alimentaire, ou encore les épisodes climatiques extrêmes de plus en plus fréquents forcent certaines populations à migrer pour survivre. Tout cela provoque ainsi des tensions autour des ressources naturelles disponibles, dont l'eau. La faune et la flore sont tout aussi sensibles à ces changements. Alors que les cycles végétatifs sont accélérés et fragilisés, certaines espèces sont obligées de migrer pour ne pas disparaître. Le réchauffement climatique est une des cinq causes principales de l'extinction de la biodiversité.

1.2. Situation énergétique en Algérie :

Après avoir présenté la situation le réchauffement climatique et son impact sur notre environnement à l'échelle mondiale, nous allons nous intéresser à présent au cas de l'Algérie, en étudiant la situation énergétique du pays.

Depuis son indépendance, l'Algérie a consenti beaucoup d'efforts pour doter le pays d'un secteur d'énergie performant afin d'assurer la couverture des besoins énergétiques du marché national sur le long terme, répondre aux besoins de financement du développement économique et social du pays, et aussi consolider son rôle sur la scène énergétique mondiale. Dans le cadre de la politique énergétique nationale, la mission dévolue au secteur de l'énergie est de fournir à l'ensemble de la population, sur tout le territoire national, l'énergie dans les meilleures conditions en termes de qualité et de continuité de service. Du fait de la large disponibilité des hydrocarbures, les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement, par le pétrole et le Gaz naturel. Les évolutions des modes de vie, la croissance démographique, et les prix bas de l'énergie - en raison des subventions font que la demande énergétique nationale est en croissance permanente. « Hamaz et Ait Taleb, 2020 »

Pour mieux cerner le contexte énergétique algérien, on s'est intéressé à l'analyse de la consommation finale d'énergie de la période allant de 2008 à 2019.

1.2.1. La Production d'énergie primaire en Algérie

Les bilans énergétiques de l'Algérie pour les années 2015 à 2019, montrent que les hydrocarbures restent de très loin la principale composante des ressources énergétiques primaires de l'Algérie, alors que les énergies renouvelables (hydraulique, solaire, biomasse...) constituent 1% des capacités produites d'énergie (tableau 1). « CEREF, 2020 ».

1.2.2. Le potentiel de l'Algérie en matière d'énergies renouvelables

Le potentiel algérien en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'État considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois. Comparativement, les potentiels en éoliens, en biomasse, en géothermie et en hydroélectricité sont beaucoup moins importants mais restent intéressants pour une éventuelle exploitation et développement à grande échelle. Les opportunités d'investissement dans la

filière des énergies renouvelable en Algérie sont immenses et sont impératifs pour sortir de l'ère du pétrole et du gaz.

Produit	Unités	2015	2016	2017	2018	2019
Gaz et pétrole (ressources fossiles)	KTep	154 819	166 099	165 701	165 031	157 371
Electricité primaire (hydraulique-solaire)	KTep	53	80	150	188	192
	GWh	223	336	635	783	835
Combustibles solides : bois...	KTep	6	6	10	22	10
	GWh	32	31	53	113	53
Total	KTep	155 133	166 552	165 861	165 241	158 461

Tableau 1 : Production d'énergie primaire en Algérie

Source : <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/617/4/2/160049>

1.2.3. Ressources hydriques en Algérie :

L'eau est la richesse des pays. Elle constitue la pierre angulaire du développement économique et social. Les études et recherches menées autour de l'évolution humaine sont unanimes sur l'importance des points d'eau dans la naissance des civilisations et leur prospérité. Les spécialistes de l'eau et de l'environnement, les géologues et géographes ainsi que les économistes et le monde politique concluent que le troisième millénaire est celui de l'or bleu (de l'eau).

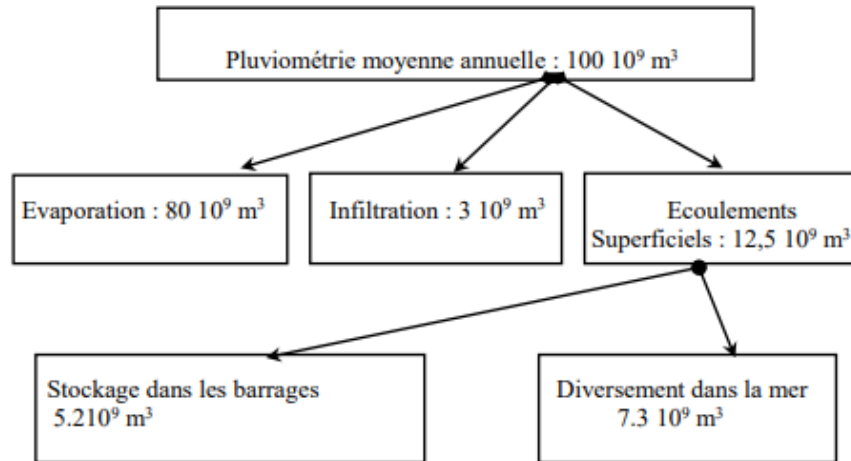
Dans un contexte où l'on cherche constamment à économiser les ressources en eau douce, selon une étude de l'UNESCO, on estime que la terre contient environ 1386 millions de kilomètres cubes d'eau. Cependant 97.5% de cette quantité est de l'eau saine et seulement 2.5% de l'eau douce. De cette eau douce, la majeure partie (68.7%) prend la forme de glace et de neige permanentes en Antarctique, dans l'Arctique et dans les régions montagneuses. Alors que 29.9% existe sous forme d'eau souterraine. En fin de compte, seulement 0.26% de la quantité totale d'eau douce sur terre est disponible dans les lacs, les réservoirs et les bassins versants, ou elle est facilement accessible pour les besoins économiques et vitaux du monde. Avec une population en augmentation constante, en particulier dans les zones urbaines, plusieurs pays ont déjà eu de graves problèmes pour fournir la quantité d'eau potable nécessaire à leurs populations.

Il sera question ici, de mettre la lumière sur la question de l'eau et sa forte corrélation avec le stress hydrique en Algérie, pour ce faire, une analyse sur la situation des ressources en eau sera présentée.

1.2.3.1. Les Ressources en eau disponibles en Algérie du Nord

En Algérie, un déficit de 1 milliards de m³ sera enregistré en 2025 (dans le cas d'une mauvaise gestion de l'eau et d'une non maîtrise des ressources non conventionnelles). La seule région qui semble échapper au déficit à cet horizon est la région hydrographique du Constantinois – Seybouse – Melle gue grâce au volume régularisable élevé assuré par les barrages en construction, notamment celui de Beni Haroun qui permet de régulariser un volume annuel de 430 millions de m³. « En Algérie, la problématique de l'eau sera sans doute une

préoccupation majeure pour l'Algérie durant ce siècle. Qu'elle soit souterraine ou superficielle, l'eau subit depuis une trentaine d'années une dégradation sensible et tend à se raréfier dans l'ensemble du pays. Le plus grave est probablement que l'on n'a pas encore compris et reconnu que les disponibilités en eau sont finies. Tout le monde est pourtant d'accord pour reconnaître que la rareté croissante de l'eau douce et le mauvais usage que l'on en fait menace gravement le développement durable. » Boualem Remini. La pluviométrie moyenne annuelle en Algérie du nord est évaluée entre 95 et 100 10⁹ m³. Plus de 80 10⁹ m³ s'évaporent, 3 10⁹ m³ s'infiltrent et 12.5 10⁹ s'écoulent dans les cours d'eau. Dans l'Algérie du nord l'apport principal vient de ruissellement. Les eaux de surface sont stockées dans les barrages. En 2002, l'Algérie dispose



de 52 grands barrages d'une capacité de 5,2 milliards de m³. Le reste (7.3 10⁹ m³) se déverse directement dans la mer (fig. I.3)

Figure 10: répartition de l'eau en Algérie du nord

Source : file:///C:/Users/adntech/Downloads/livreEAUAlgerie2004.pdf

Le problème de l'eau est aggravé en ces dernières années de sécheresse qui ont touché l'ensemble du territoire de notre pays, ont montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau.

Régions	Oranie C. Chergui	Chélif Zahras	Algérois S. Hodna	Constantin Sey. Mellègue	Total Algérie du Nord
Désignations					
Superficie (km ²)	76.000	56.200	50.000	43.000	225 200
Pluviométrie (milliards m ³ /an)	24,5	23,5	21	26	95
Apport annuel moyen en (millions de m ³ /an)	958	1974	4300	5595	12 827

Tableau 2 Précipitations des 4 régions de l'Algérie du Nord Source : file:///C:/Users/adntech/Downloads/livreEAUAlgerie2004.pdf

a) Les oueds en Algérie du Nord

Les potentialités hydriques de surface susceptibles d'être mobilisées sont représentées essentiellement par les apports suivants :

- 02 oueds dont les apports sont supérieurs à 1000 Mm³ /an : le Cheliff et Kebir Rhumel totalisent un apport moyen de 2 268 Mm³ /an ;
- 05 oueds dont les apports sont compris entre 500 et 1000 Mm³ /an : Sébaou, Seybouse, Soummam, Kébir est et Isser dont l'apport est de 3.410 Mm³ /an ;
- 11 oueds dont les apports sont compris entre 100 et 500 Mm³ /an : Djendjen, Tafna (photo. I.2), Sidi - Khélifa, Kébir Ouest, El harrach (photo.I.3), Mazafran, Agrioun, Acta, Ghébli, Draâs et Kissir dont l'apport total est de 2 530 Mm³ /an ;
- 16 oueds dont les apports sont compris entre 30 et 100 Mm³ /an : Damous, Safsaf, Oued El Arab, Ksob, Hamiz, Messelmoun, Boudouaou, Assif Ntaida, Oued El Hai, Oued El Abid, Ibahrisen, Sekkak, Allalah, Chemouna et El Hai dont l'apport total est de 718 millions de m³ /an. Les apports des oueds restants sont de 3 502 millions de m³ /an. Tous ces oueds sont représentés dans le tableau ci-dessous.

L'apport des oueds	Nombre des oueds	Débit des oueds (M m ³ /an)
Débit > 1000 (Mm ³ /an)	2	2 268
500 < débit < 1000 (Mm ³ /an)	5	3 410
100 < débit < 500 (Mm ³ /an)	11	2 530
30 < débit < 100 (Mm ³ /an)	16	718
Apport des oueds restants	> 100	3 502
TOTAL	34	12 428

Tableau 3 L'apport des oueds de l'Algérie du Nord

Source: file:///C:/Users/adntech/Downloads/livreEAUAlgerie2004.pdf

b) Les barrages de l'Algérie du Nord

Avec un nombre de barrages aussi important (114 grands et petits), l'Algérie se situe aujourd'hui au premier rang dans le monde Arabe et occupe la deuxième place en Afrique, après l'Afrique du sud. La capacité totale avoisine les 5200 millions de m³ et permettant de régulariser un volume annuel de 2500 millions de m³. Néanmoins, les conditions naturelles et économiques ne permettent pas d'avoir des barrages de très grandes capacités

Régions	Oranie C. Chergui	Chéllif Zahrez	Algérois S. Hodna	Constantinois Sey- Melegue	Algérie du nord
Désignation					
Nombre	12	13	12	15	52
Capacité (Mm ³)	685	1950	818	1530	5 10 ⁹ m ³

Tableau 4: Nombre de barrages dans les 4 régions de l'Algérie du nord

Source: file:///C:/Users/adntech/Downloads/livreEAUAlgerie2004.pdf

c) Eaux superficielles :

L'A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) dispose à cet effet de 220 stations hydrométriques, 800 postes pluviométriques et 60 stations complètes. Les premières stations du réseau hydrométrique Algérien ont été installées en 1924 ; puis ce réseau s'est développé progressivement pour atteindre leur niveau actuel. Le tableau ci-dessous permet de donner la répartition de la pluviométrie et l'apport annuel en Algérie du nord

d) Eaux souterraines :

Les ressources en eau souterraines dans le nord de l'Algérie sont évaluées à plus de 2 milliards de m³. Elles sont exploitées à plus de 90 %, soit 1,9 milliards de m³ et beaucoup de nappes se trouvent actuellement en état de surexploitation. Cette évaluation est effectuée à partir de 50 000 points d'eau (forages et puits) recensés par l'A.N.R.H. Le tableau suivant donne les estimations des ressources en eau souterraines de l'Algérie du Nord.

Régions	Oranie C. Chergui	Chélif Zahras	Algérois S. Hodna	Constantinois Sey. Mellègue	Total Algérie du Nord
Désignations					
Ressources souterraines mobilisables en Mm ³ / an	400	245	775	580	2000
Ressources souterraines mobilisées en Mm ³ / an	375	230	745	550	1900

Tableau 5: Potentialités des eaux souterraines de l'Algérie du Nord

Source: file:///C:/Users/adntech/Downloads/livreEAUAlgerie2004.pdf

1.3. Stress hydrique

Dégradation de l'infrastructure hydraulique, rareté des ressources naturelles, sécheresse et déficit pluviométrique, les barrages qui se vident, des problèmes d'alimentation en eau qui surgissent .

Tous ses termes et constats concernant le secteur des ressources en eau ne nous sont plus étrangers à présent, et ont pour seule cause : le réchauffement climatique.

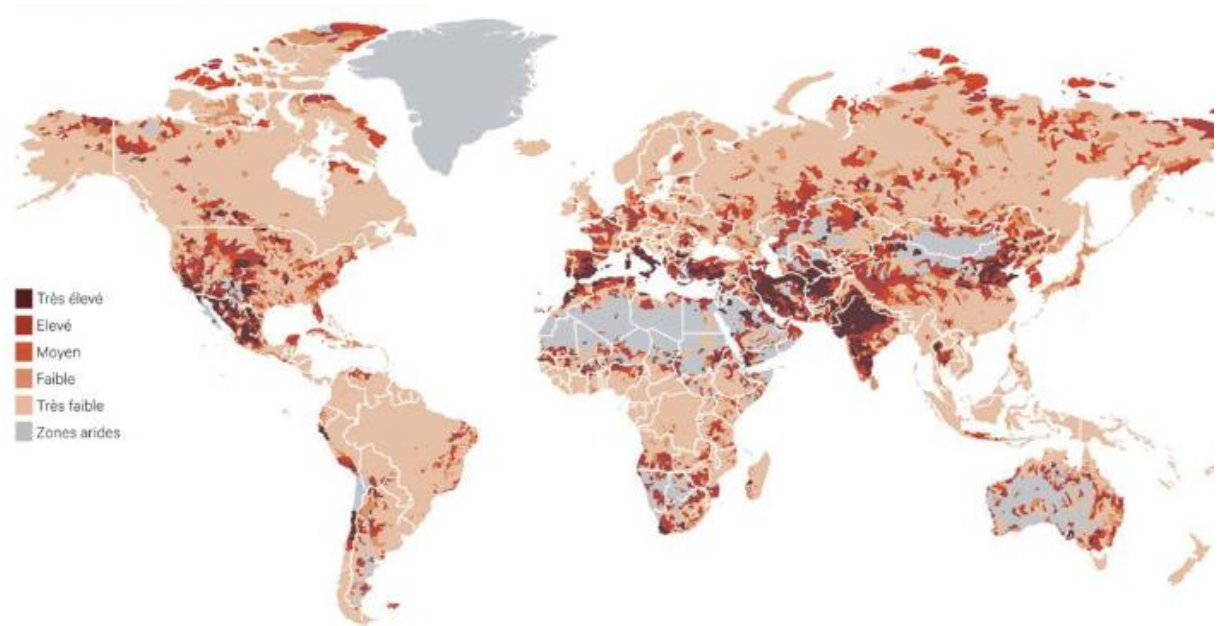


Figure 11: zones de stress hydrique dans le monde. Source : <https://meersens.com/stress-hydrique-une-situation-renforcee-par-le-rechauffement-climatique/>

Le stress hydrique, un phénomène de plus en plus répandu dans le monde, qualifie une situation critique dans laquelle soit les ressources en eau disponibles sont inférieures à la demande, soit la qualité de l'eau nécessite d'en limiter l'usage. Cette situation touchera 52% de la population mondiale d'ici 2050. Selon les chercheurs du MIT, quelques 52% des 9.7 milliards d'habitants de la planète vivront dans les régions en situation hydrique d'ici 2050.

L'Algérie n'y échappe pas, et se hisse à la 29ème place parmi les pays les plus exposés au stress hydrique .

Dans un contexte où l'on cherche constamment à économiser les ressources en eau douce, selon une étude de l'UNESCO, on estime que la terre contient environ 1386 millions de kilomètres cubes d'eau. Cependant 97.5% de cette quantité est de l'eau saine et seulement 2.5% de l'eau douce. De cette eau douce, la majeure partie (68.7%) prend la forme de glace et de neige permanentes en Antarctique, dans l'Arctique et dans les régions montagneuses. Alors que 29.9% existe sous forme d'eau souterraine. En fin de compte, seulement 0.26% de la quantité totale d'eau douce sur terre est disponible dans les lacs, les réservoirs et les bassins versants, ou elle est facilement accessible pour les besoins économiques et vitaux du monde. Avec une population en augmentation constante, en particulier dans les zones urbaines, plusieurs pays ont déjà eu de graves problèmes pour fournir la quantité d'eau potable nécessaire à leurs populations.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère qu'il y a stress hydrique, si un être humain dispose de moins de 1 700 m³ d'eau par an. Cette institution internationale parle de pénurie lorsqu'un pays assure moins de 1 000 m³ par an/habitant. En Algérie, l'alimentation moyenne en eau potable (AEP) est de 450 m³/habitant/an. Une quantité en deçà des standards internationaux. Même les quantités d'eaux dessalées évaluées à 800 millions de m³/an, demeurent insuffisantes pour faire face à une demande nationale sans cesse en augmentation. La situation des barrages dont le taux de remplissage avoisine les 44% à l'échelle nationale, ne fait que confirmer ces difficultés. Et avec la crise du Covid-19 dont nous venons de sortir, l'eau

a été épuisée beaucoup plus rapidement, une hausse de consommation estimée à 10% à travers l'ensemble du territoire national, que ce soit au niveau des collectivités publiques ou dans les foyers. Ce qui a déjà eu une incidence directe sur la disponibilité, l'accessibilité et la demande hydrique. La sécheresse est une réalité présente et matérialisée par un déficit et une rareté hydrique (Hermon, 2008). D'après Remini (2010), les données pluviométriques enregistrées ces dernières décennies dans le territoire national ont permis de constater que les moyennes accusent un déficit important par rapport aux périodes antérieures (1960-1970), de plus de 20% dans les régions de l'Ouest, 13% dans les régions du Centre et 12% dans les régions de l'Est du pays. De plus en plus de puits tarissent chaque année suite à un endommagement majeur de la nappe phréatique. Juste pour avoir une idée de l'importance de ce réservoir d'eau naturelle, il faut savoir que 50% d'eau potable est assurée de sources hydriques souterraines contre 30% par les barrages et 17% par le traitement des eaux de mer. En 60 ans, l'Algérie a inscrit une baisse de disponibilité d'eau de 26.66% réparties en eaux non-conventionnelles et conventionnelles .

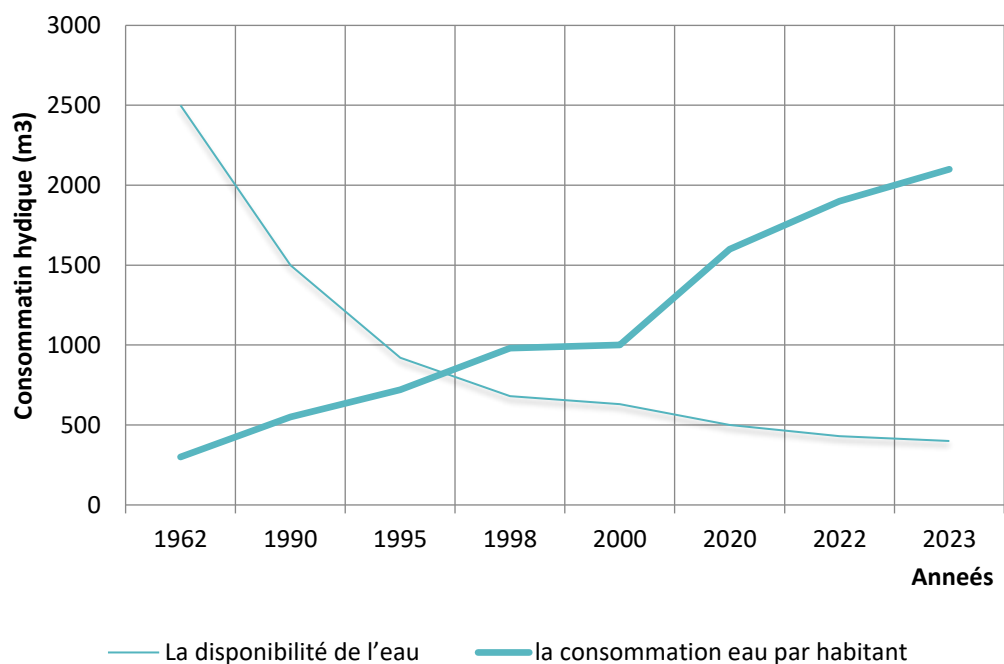


Figure 12: Graphe montrant la moyenne de disponibilité de l'eau et la consommation/hab en Algérie, de l'indépendance jusqu'à nos jours

La question des ressources en eau à l'échelle nationale reste ainsi une préoccupation majeure en raison de ces conditions climatiques défavorables, de la croissance démographique vive et de la dégradation quantitative et qualitative des eaux superficielles et souterraines. C'est pourquoi il faut insister aujourd'hui, sur l'impératif d'une exploitation et d'une gestion rationnelles de cette denrée.

Les opportunités d'investissement dans la filière des énergies renouvelables en Algérie sont donc immenses et nécessaires pour sortir de l'ère du pétrole et du gaz. Réduire la consommation énergétique est la priorité actuelle pour préserver ce qui reste.

1..3.1. La responsabilité de l'architecture dans le stress hydrique

Alors que les équipements hydrogivores se développent à un rythme effréné, il est essentiel d'évaluer comment ces structures influent sur la disponibilité de l'eau et comment cela peut

aggraver le problème du stress hydrique. Parmi les implications néfastes de l'architecture, on peut citer :

- Consommation d'eau excessive dans les structures architecturales : ces dernières sont souvent conçues sans tenir compte de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Les systèmes de plomberie obsolètes, les appareils sanitaires inefficaces et les espaces mal conçus contribuent à une consommation d'eau excessive. Les fuites fréquentes et les infrastructures vétustes augmentent encore plus le gaspillage d'eau.

- Urbanisation et imperméabilisation des sols : L'urbanisation croissante entraîne la conversion de vastes étendues de terres en zones urbaines, ce qui réduit la capacité naturelle des sols à absorber l'eau de pluie. Les surfaces imperméables, telles que les toits et les trottoirs en béton, empêchent l'infiltration de l'eau dans le sol, ce qui réduit la recharge des nappes phréatiques et des cours d'eau locaux. Les équipements et les infrastructures associées contribuent donc à l'aggravation du stress hydrique dans les régions déjà confrontées à des pénuries d'eau.

- Manque de solutions durables : de nombreux équipements hydrogivores sont conçus sans prendre en compte des solutions durables pour gérer l'eau. Les systèmes de récupération de l'eau de pluie, les techniques d'irrigation efficaces et les dispositifs de réutilisation des eaux usées sont souvent absents ou sous-utilisés. En tant qu'étudiantes en architecture, nous tentons de remettre en question les approches conventionnelles dans le but de promouvoir des pratiques architecturales durables.

A travers notre projet, nous voulons adopter des approches durables en matière de conception et de gestion de l'eau.

1.3.2. L'implication de l'architecture dans la préservation des ressources hydriques :

L'architecture joue un rôle important dans le changement, c'est une industrie qui consomme une quantité conséquente de ressources, et exerce par ce fait un impact énorme sur l'environnement, c'est pourquoi une nouvelle norme de construction doit être adoptée.

En effet, parmi les nombreuses préoccupations environnementales auxquelles nous sommes confrontés aujourd'hui, la gestion des ressources hydriques est d'une importance capitale. L'architecture, en tant que pratique qui façonne l'environnement bâti, joue un rôle essentiel dans la manière dont nous utilisons, conservons et interagissons avec l'eau.

L'eau est une ressource vitale qui est essentielle à la vie sur terre. Cependant, les pressions croissantes exercées sur nos ressources hydriques en raison de la croissance démographique, du changement climatique et de l'urbanisation rapide nécessitent une attention particulière.

La manière dont les architectes conçoivent et planifient les villes peut avoir des répercussions significatives sur la disponibilité, la qualité et la durabilité de l'eau.

L'impact de l'architecture sur les ressources hydriques est multiforme. Tout d'abord, la planification urbaine et la conception des infrastructures de drainage peuvent aider à atténuer les problèmes d'inondations et de ruissellement, améliorant la conception des bâtiments peut influencer considérablement la consommation d'eau, notamment dans les équipements hydrogivores. Des stratégies telles que la collecte des eaux de pluie, l'installation de systèmes de récupération et de traitement des eaux usées, ainsi que l'utilisation de technologies plus efficaces, peuvent réduire la demande en eau et contribuer à la préservation des ressources.

Par exemple, la mise en place de systèmes de récupération des eaux usées après traitement permet de réutiliser cette eau pour des usages non potables tels que l'irrigation des espaces verts ou le lavage de véhicules. De même, l'installation de dispositifs d'économie d'eau les équipements hydrogivores permet de réduire la consommation globale.

De plus, les solutions d'aménagement paysager qui favorisent l'infiltration des eaux dans le sol plutôt que leur évacuation vers les égouts contribue à recharger les nappes phréatiques et à réduire la charge sur les systèmes de drainage urbain. De même, la création de zones tampons végétalisées, le long des cours d'eau permet de filtrer les polluants avant qu'ils n'atteignent les ressources en eau.

En outre, l'architecture peut également avoir un impact sur les écosystèmes aquatiques. Les choix de matériaux de construction, tels que les revêtements de sol, les toitures et les produits d'étanchéité, peuvent contenir des substances potentiellement nocives qui, en cas de fuite ou de ruissellement, peuvent contaminer les eaux environnantes. Par conséquent, l'adoption de pratiques architecturales durables est essentielle pour la préservation de biodiversité. L'utilisation de matériaux de construction à faible impact environnemental, tels que les matériaux recyclés ou naturels, peut réduire les risques de pollution de l'eau.

En conclusion, comprendre comment nos choix en matière de conception peuvent affecter les cycles de l'eau, sa qualité et la durabilité des ressources est important pour créer des environnements bâtis résilients et éco-responsables. En adoptant des approches architecturales viables, telles que la conservation de l'eau, la réutilisation des eaux usées, l'installation de systèmes de récupération des eaux de pluie et l'utilisation de matériaux écologiques, l'architecture peut devenir un catalyseur positif pour la préservation des ressources hydriques et la préservation de notre environnement.

1.3.3. Cas d'étude : le hammam

Après ces constats, on se penchera sur un équipement public ancré dans la société et la culture algérienne, il s'agit du hammam. Nous avons constaté, après avoir étudié un échantillon sur une durée de 3 ans, que la consommation hydrique annuelle pouvait s'élever jusqu'à 2868 m³. Autre fait découvert, sa consommation d'électricité et de gaz sont assez conséquentes, essentiellement dues au chauffage d'eau, l'une atteignant les 1108 KWh et l'autre les 3618 KWh/Thermie.

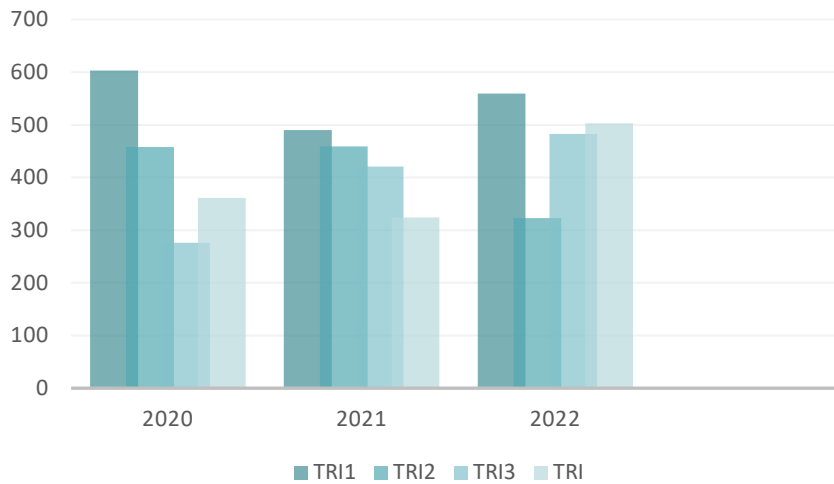


Figure 13: Colonnes montrant la consommation hydrique d'un échantillon de hammam sur une durée de 3 ans

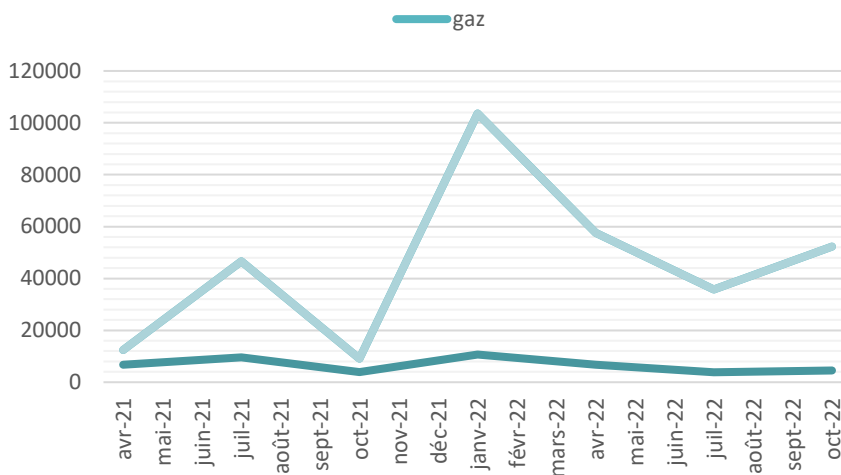


Figure 14 : Graphes montrant la consommation d'électricité et de gaz d'un échantillon de hammam sur une durée de 2 ans

Dans le cas présent alors, comment concevoir le hammam de demain ? Comment conjuguer l'écologie avec une logique de rentabilité et de maintien des traditions Quels systèmes de récupération d'eau et d'énergie renouvelables mettre en place ? Telles étaient nos préoccupations.

A travers les précédentes données recueillies, nous constatons que le hammam fait partie des équipements non seulement énergivores mais également hydrogivores, ou il y a une forte consommation, voire gaspillage d'eau et d'électricité. Pour mieux cerner notre problématique, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle stocker l'énergie calorique et hydrique au niveau du hammam, dans une perspective d'optimisation et d'efficacité énergétiques hydrique et électrique mais notamment spatiale pourrait permettre l'économie de ces dernières, tout ceci dans une démarche d'architecture verte ou le traitement et le recyclage de l'eau se fera au niveau du dessous-sol à l'aide d'un appareil servant à cet usage indépendant et en boucle fermée.

Le but recherché étant de mesurer le taux et l'impact qu'aurait la mise en place de ce dispositif, au niveau du hammam, sur la consommation hydrique et électrique de ce dernier, ainsi que sur sa rentabilité à long terme.

Pour se faire, l'état des lieux des problématiques énergétiques actuelles précédemment réalisé a permis d'expliquer comment tous ces aspects sont intimement liés et comment les traiter ensemble dans une stratégie globale permettra de réduire l'énergie de manière optimale. Une méthodologie de type quantitative a été adoptée, ou des enquêtes ouvertes ont été effectuées, ces dernières ont permis de diriger notre attention vers le problème majeur lié aux hammams et son incidence sur les ressources naturelles à plus grande échelle, un prototype a été mis en place, résultat d'une proposition de solution concernant le traitement des eaux usées

CHAPITRE II : THEORISATION, METHODOLOGIE ET CONCEPTUALISATION

Le présent chapitre théorique constitue une exploration approfondie du hammam en tant que sujet d'étude.

Le hammam, également connu sous le nom de bain turc, est un établissement traditionnel de bain de vapeur qui remonte à des siècles d'histoire. Ce lieu emblématique offre bien plus qu'un simple bain : c'est un espace de détente, de purification et de sociabilité, où les gens se retrouvent pour se ressourcer tant sur le plan physique que mental. Le hammam a su traverser les époques et les cultures, en évoluant tout en préservant ses racines profondes.

Les origines du hammam remontent aux bains publics de l'Antiquité, où les bains étaient déjà considérés comme des lieux de bien-être et de rassemblement social. Cependant, c'est au Moyen-Orient que le hammam a pris une forme distinctive, se propageant ensuite autour du bassin méditerranéen et influençant les pratiques des pays voisins. Aujourd'hui, on peut trouver des hammams traditionnels dans de nombreux pays, tels que la Turquie, la Syrie, le Maroc, la Tunisie et l'Algérie. L'importance du hammam ne se limite pas à ses bienfaits pour la santé physique. En effet, il incarne également un héritage culturel et sociétal, reflétant les normes, les valeurs et les traditions des sociétés qui l'ont adopté. Il est le témoin d'une forme d'architecture unique, d'une approche particulière de l'hygiène et de rituels anciens qui se perpétuent encore de nos jours.

Ce chapitre englobe trois parties principales, totalement à l'opposé l'une de l'autre mais se complétant. La dernière partie étant la concrétisation et l'interprétation des deux premières. En effet, dans le premier volet, on traitera l'aspect théorique du projet, la trajectoire de réflexion et les différents concepts utilisés seront mis en avant. Le second volet quant à lui, englobe les différentes étapes et approches que nous adoptons pour examiner et comprendre notre sujet d'étude de manière systématique. Cette méthodologie nous guide dans la collecte de données, l'analyse critique des sources, l'élaboration d'une structure cohérente pour notre mémoire et l'expression de nos idées de manière claire et factuelle.

Quant au dernier volet, il exposera le résultat de notre travail à savoir le modèle conceptuel du hammam vert à proprement dit, à travers ses dimensions spatiales et architecturales.

Ce chapitre nous permettra de comprendre l'importance du hammam en tant que patrimoine culturel et architectural. En explorant son histoire, son architecture et son impact socioculturel, nous serons en mesure d'appréhender toute la richesse et la diversité de cette pratique ancestrale. Cette compréhension approfondie nous guidera dans la conception d'espaces traditionnels qui tirent profit de l'héritage des hammams, tout en répondant aux besoins et aux exigences de ces utilisateurs dans une démarche verte et viable.

Partie I : Théorisation

Cette première partie de l'étude se concentre sur une introduction succincte au hammam, en explorant son étymologie, ses origines, son évolution et ses pratiques. En se basant sur des exemples en Algérie, elle vise à mieux appréhender l'importance sociale et culturelle du

hammam, ainsi que son architecture distinctive, mettant ainsi en évidence la relation entre la société et son environnement. Nous procéderons également à une description des espaces architecturaux et des pratiques contemporaines dans ces établissements, tout en analysant leur répartition géographique, leur proximité avec les institutions religieuses, économiques et sociales, ainsi que leur intégration au sein des tissus urbains environnants. En explorant ces aspects, nous pourrions mieux comprendre la place essentielle qu'occupe le hammam dans la vie quotidienne et la culture des communautés qui le pratiquent.

1.1. Etymologie

L'étymologie du mot "hammam" remonte à l'arabe. Le terme (حمام) est dérivé de la racine trilitère arabe « h-m-m » حمام, qui signifie « chauffer » ou « chaud ». Le mot hammam est utilisé pour désigner un bain public ou un bain de vapeur traditionnel, typiquement pratiqué dans les pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord.

Appelé bain maure et bain turc par les Occidentaux, le hammam est un bain de vapeur humide puisant ses origines dans les thermes romains. Dans sa forme actuelle, le hammam s'est développé dans l'Empire ottoman, des pays du Maghreb jusqu'au Moyen-Orient à la faveur de l'expansion de l'islam. Le hammam fut en effet adapté aux préceptes de la religion musulmane qui préconise une hygiène méticuleuse et des ablutions régulières notamment avant les prières rituelles. Au Maghreb, le hammam est un phénomène social et toutes les catégories de la société fréquentent ce lieu public. Il se compose souvent de trois ou quatre chambres, la première à température ambiante, la deuxième un peu plus chaude, et ainsi de suite. Dans le hammam les pores se dilatent sous l'effet de la chaleur, ce qui permet un nettoyage en profondeur.

La définition du hammam est simple : c'est un bain de vapeur chaude et humide. La température de la vapeur atteint environ 50 °C. Le taux d'humidité est de 100 %, ce qui rend la chaleur tout à fait supportable.

1.1.1. Bain maure

Bain de vapeur humide particulièrement utilisé dans le monde arabe pour répondre aux préconisations hygiéniques instaurées par la religion musulmane, et utilisé en Occident comme un espace de détente et de bien-être.

Maures (en berbère : ⵍⵎⵓⵔⵉⵏ - Imuriyen) désignent à l'origine et durant l'Antiquité les populations berbères d'Afrique du Nord, tout particulièrement le Maghreb. Les Maures ne furent clairement distingués des Numides que lorsque les Romains eurent connaissance de l'existence de royaumes berbères à l'extrême-ouest.

Le nom de Maures a d'abord été donné aux habitants de l'ancien royaume de Maurétanie¹ puis s'étendit vers l'est. Les Romains distinguent par la suite les Numides du reste des Maures². Le terme Maure désigna ensuite les peuples vivant dans les deux provinces de Maurétanie sous l'Empire romain, la Maurétanie tingitane et la Maurétanie césarienne. Pline l'Ancien écrit que, parmi les tribus de Maurétanie Tingitane, la plus célèbre était jadis celle des Mauri.

معجم الغني

*حَمَامٌ** ١- ج : بات. [ح م م]. 1. تَجَدُّ فِي كُلِّ حَيٍّ مِنْ أَحْبَاءِ الْمَدِينَةِ حَمَامًا لِلنِّسَاءِ وَأَخَرَ لِلرِّجَالِ: مَحَلٌّ عُمُومِيٌّ لِالاسْتِحْمَامِ وَالِاغْتِسَالِ. 2. "عُرْفَةُ الْحَمَامِ": عُرْفَةُ الْاسْتِحْمَامِ بِالْمَنْزِلِ. 3. "أَخَذْتُ حَمَامَ شَمْسٍ": أَيَّ عَرَضَتْ جِسْمَهَا لِحَرَارَةِ الشَّمْسِ. 4. "حَمَامُ السَّبَّاحَةِ": حَوْضٌ كَبِيرٌ مُعَدُّ لِلسَّبَّاحَةِ.

الرائد

*حمام. موضع يغتسل فيه، ج حمامات.

معجم لغة الفقهاء

بيت :من باب يبيت، ج بيوت وأبيات وبيوتات، المسكن مطلقا للإنسان والحيوان والأشياء.

1.1.2. Hammam vert :

Le concept du "hammam vert" met l'accent sur la création de hammams respectueux de l'environnement et axés sur la durabilité écologique. L'objectif principal est de réduire au maximum l'impact négatif sur l'environnement en adoptant des pratiques et des technologies éco-responsables. Cela comprend notamment la mise en place de mesures durables telles que la gestion efficace de l'eau, l'utilisation d'énergies renouvelables et le choix de matériaux écologiques. Un hammam vert ne se limite pas uniquement à des considérations environnementales, il prend également en compte les aspects sociaux et culturels. Cela implique la préservation des traditions et de la culture associées au hammam, ainsi que la création d'un espace accueillant et accessible à tous. Des zones de repos et de détente confortables, la promotion de pratiques de bien-être respectueuses de l'environnement et l'implication de la communauté locale dans le processus de conception contribuent également à la durabilité sociale. En résumé, le concept du "hammam vert" vise à créer des hammams qui minimisent leur impact sur l'environnement grâce à des pratiques durables telles que la gestion de l'eau, l'utilisation d'énergies renouvelables et le choix de matériaux respectueux de l'environnement. Il intègre également des considérations sociales et culturelles pour garantir un espace inclusif et durable.

1.2. Les bains méditerranéens

1.2.1. Les Bains en Turquie

Le modèle de bain majoritaire en Turquie (introuvable. Comporte trois parties distinctes, reliés par un axe de circulation rectiligne coïncidant avec l'axe principal du bain lequel reflète la répartition graduée de la température. La pièce tiède domine la composition du bain et son architecture est le plus souvent très soignée : coupole centrale à partir duquel vont se ramifier les pièces périphériques "Khi louas²", elle a une taille très variable.

- Vestiaire, salle de déshabillage, « vêtir ».
- Salle Tiède, « Sicak oda ».
- Salle chaude ou l'étuve « Soba ».

² De petites pièces réservées au savonnage et épilation privée.

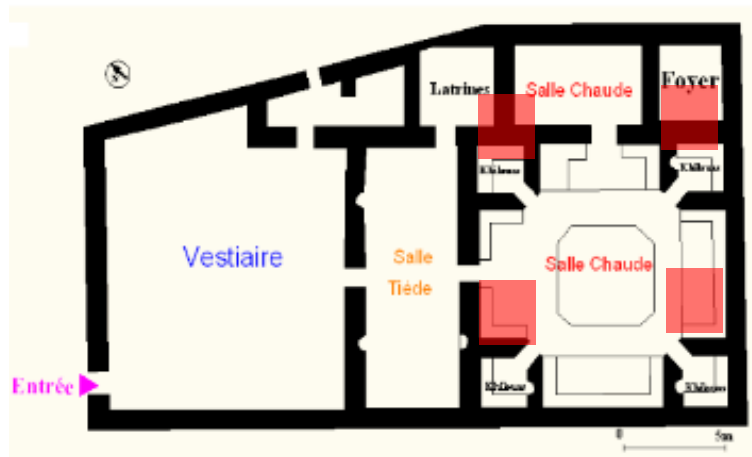


Figure 15 Bain "Galatasaray" Istanbul-Source Auteurs

1.2.2. Les Bains en Syrie

Le programme architectural du bain Syrien (Auteurs est connu dès les prototypes omeyyades classiques qui se caractérisent par la prédominance de la salle tiède qui forme le centre de leurs compositions, avec son plan orthogonale ou parfois décagonale, la salle chaude devient la plus importante du bain, son plan est sous forme d'un trèfle, flanqué de quatre à dix "Maqsûras"³, dont la salle tiède en comporte aussi.

Le Bain syrien est composé principalement de :

- Salle de repos et Vestiaire : Qa'at EL-Barrani,
- Les trois pièces du bain : Froide : Wastani Barrani
- Tiède : Wastani Djuwwan
- Chaude : Djuwvani



Figure 16 Bain "AL Maliké"-Source Auteurs

³ Le terme "maqsûras" fait référence à des cabines privées, les personnes peuvent impliquer souvent le gommage du corps, l'application de savon noir, le rinçage à l'eau chaude.

1.2.3. Les Bains en Egypte :

Les bains Egyptiens (

Figure 18 Bain "Al-Qaramidaine"-Source auteur reflètent le goût de cette époque par l'ampleur de leur plan traditionnel et la conception cérémonieuse du "Mashlakh"⁴ qui devient monumental, un vaste ensemble avec hall central. Au centre de cet espace on trouve généralement "Beyt Al-Harara", cet espace comprend deux à quatre "Maghtas"⁵ monumentaux.

Les bains Egyptiens se composent généralement de :

- Salle de repos et de déshabillage : Al-Mashlakh,
- Les deux pièces du bain : Tiède : Beyt Al-Awal
- Chaude : Beyt-Al-Harara
- Le bassin d'eau chaude : Al Maghtas ou Beyt Al-Maghtas.

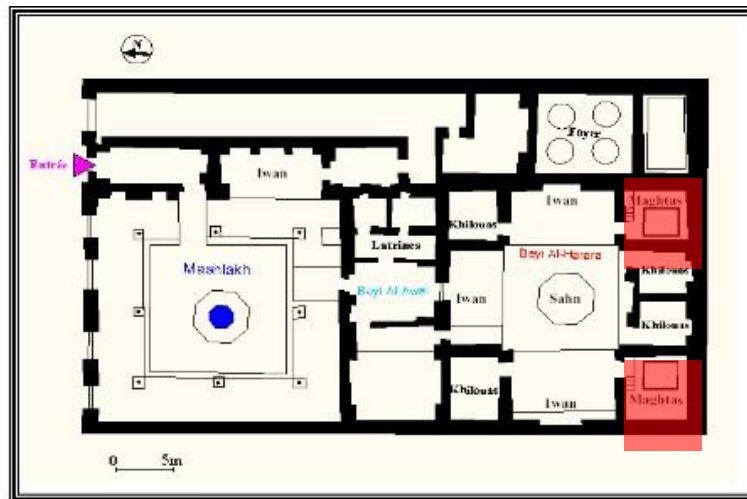


Figure 17 Bain en Syrie-Source Auteurs

1.2.4. Les Bains Andalous :

L'organisation, parfois par une division tripartite marquée par un ou deux portiques latéraux à colonnes et l'espace central couvert par une coupole

- Le Vestiaire-Hall, joue le rôle de salle de repos
- La Salle Froide : très exceptionnellement, c'est elle qui joue le rôle d'espace de transition entre le vestiaire et les autres pièces chauffées.
- La Salle Tiède : C'est l'espace le plus important dans les bains andalous, où se déroule plusieurs activités, dont le lavage et le massage.

⁴ Une salle de repos et de déshabillage.

⁵ Une sorte de jacuzzi privé ou piscine alimentée de l'eau chaude.

Généralement il existe bassins d'eau chaude appelés "Pilas"⁶ on les trouve le plus souvent logées dans les niches latérales.

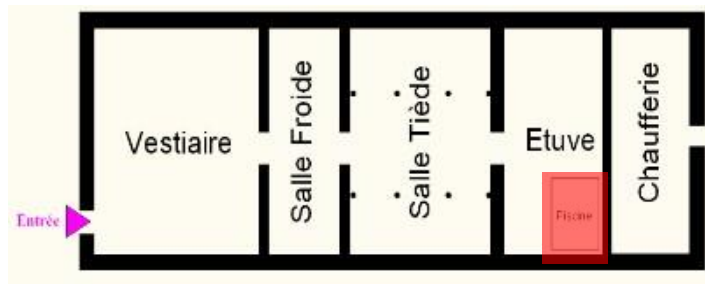


Figure 18 Bain "Al-Qaramidaine"-Source auteur

1.2.5. Les Bains au Maroc

Le bain marocain (Figure 19 Bain Marocaine-Source Auteurs) compose de quatre parties distinctes :

- La salle du vestiaire et du repos : "Wat Al-Dar », qui regroupe un ensemble de locaux aménagés autour d'un espace central.

- La salle froide : « Bit Al-Barda".

- La salle tiède : « Bit Al-Wasta".

- La salle chaude : « Bit Al-Skhouna » Les plans des bains Marocains se caractérise par l'uniformité architecturale des trois pièces du bain : plan rectiligne, parallélisme et simplicité de conception des pièces du bain et surtout la prédominance de la pièce tiède.

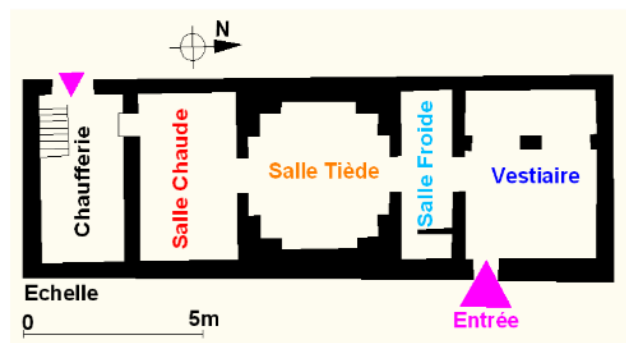


Figure 19 Bain Marocaine-Source Auteurs

⁶ Sont des baignoires ou des bassins où l'eau chaude est contenue, Les "pilas" peuvent varier en taille et en forme, allant de petits bassins individuels à des bassins plus grands pouvant accueillir plusieurs personnes à la fois.

Diagramme de synthèse



Figure 20 Schéma d'évolution de hammam au fil du temps-Source Auteurs

1.3. Les bains algériens :

Dans la région du Maghreb, les bains algériens sont des établissements balnéaires de la période musulmane qui ont souvent été négligés par les chercheurs. Cependant, ces édifices sont présents dans de nombreuses villes, et ceux qui étudient l'histoire et la topographie des centres historiques anciens, qu'ils soient classés ou érigés en secteurs sauvegardés, les découvrent au hasard de leurs prospections sur le terrain.

Malgré l'influence croissante de la modernité dans les villes algériennes, les bains collectifs n'ont pas été complètement marginalisés. En réalité, on observe une multiplication d'établissements modernes qui perpétuent le rituel traditionnel du bain. De plus, un vocabulaire riche est associé aux usages des bains et est conservé dans une abondante littérature composée de dictons, de récits et de légendes populaires.

En examinant les différents types de bains en Algérie à travers les différentes périodes, nous pourrions mieux comprendre l'évolution de ces lieux et leur importance dans la culture et la société algériennes. Cela nous permettra également de saisir les défis actuels auxquels ils sont confrontés et d'explorer des approches durables pour préserver et promouvoir ces espaces uniques.

ORGANISATION ARCHITECTURALE

Entre modèles andalous et modèles ottomans :

1.3.1. Les bains médiévaux (antérieurs au XVIe s.)

Un groupe de sept bains algériens fondés avant le XVIe s. permet de peindre un tableau de cette architecture à l'époque médiévale en se regroupant dans deux groupes (Figure 21)

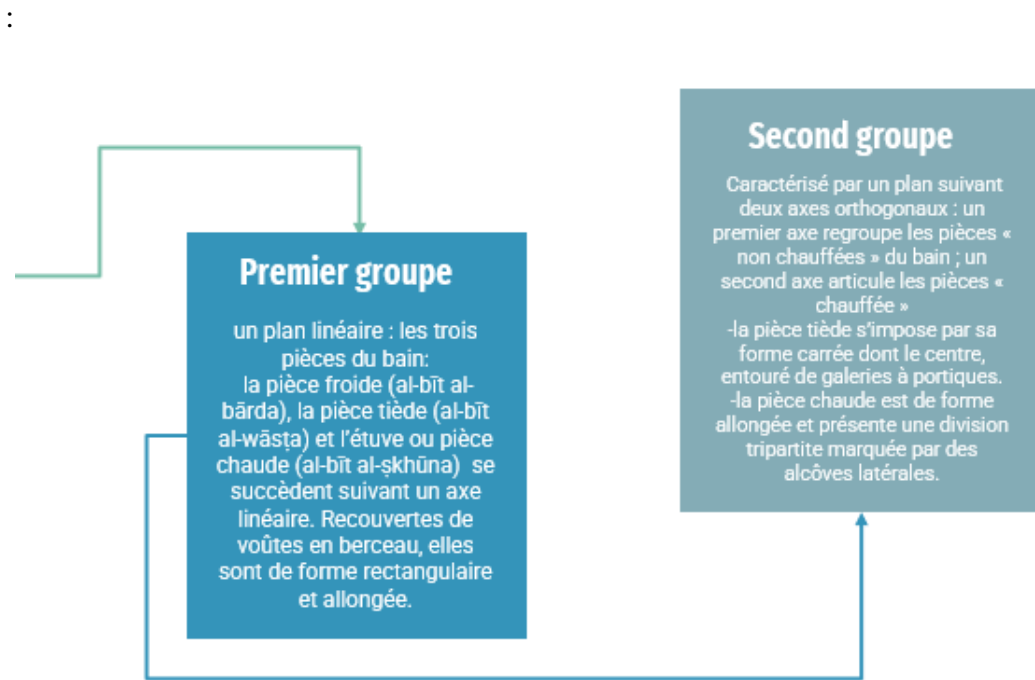


Figure 21 Schéma des typologies des bains médiévaux en Algérie-Source Auteurs

1.3.2. Les bains ottomans d'Alger – XVIe XIXe s.

Les plans d'architecture des bains ottomans de Turquie construits entre le XIVe et le XVIIIe s. révèlent l'existence de trois grands groupes de bains qui se distinguent par l'organisation de leurs étuves, espace majeur. Donc ils permettent de cerner les caractéristiques du bain algérois de cette période (Figure 22 Schéma des typologies des bain Ottomans en Algérie-Source Auteur) :

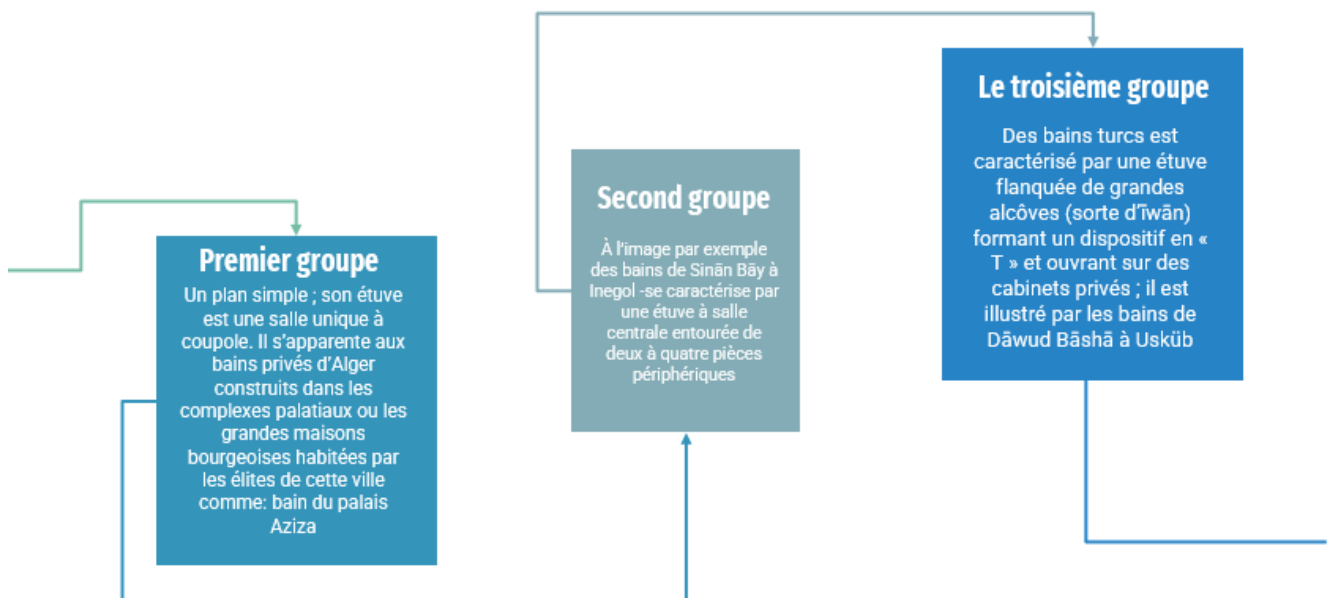


Figure 22 Schéma des typologies des bain Ottomans en Algérie-Source Auteur

1.3.3. Fonctionnement technique :

Les bains médiévaux et ottomans d'Alger, ainsi que les bains andalous et marocains, présentaient des dispositifs de chauffage et d'alimentation en eau similaires. Les organes responsables de la distribution d'eau, de chaleur et de vapeur étaient situés à l'arrière du bain,

adossés à l'étuve⁷, et étaient accessibles depuis la chaufferie. Ces organes étaient composés de deux cuves en métal (généralement en cuivre) communicantes, placées côte à côte.

Dans ce système à deux cuves, la première cuve, plus grande, servait de réservoir. Elle recevait l'eau de l'extérieur et la distribuait dans les bassins de la pièce chaude par le biais de conduites. Une partie de cette eau était déversée dans la deuxième cuve, plus petite, qui faisait office de chaudière. Cette cuve était située au-dessus du foyer, aménagé dans la chaufferie. L'eau contenue dans la cuve était portée à ébullition et distribuée dans les bassins de l'étuve via une canalisation parallèle à celle de l'eau froide provenant du réservoir.

Le système de chauffage (Figure 23 Schéma distribution d'eau et de chaleur dans un hammam-Source Auteurs des bains médiévaux et ottomans d'Alger, ainsi que des bains andalous et marocains, se limitait à la pièce chaude. Le sol de l'étuve était en contact avec le foyer, qui reposait sur des hypocaustes (shabka) constitués d'un réseau de petits piliers, généralement en briques carrées d'une vingtaine de centimètres de côté.

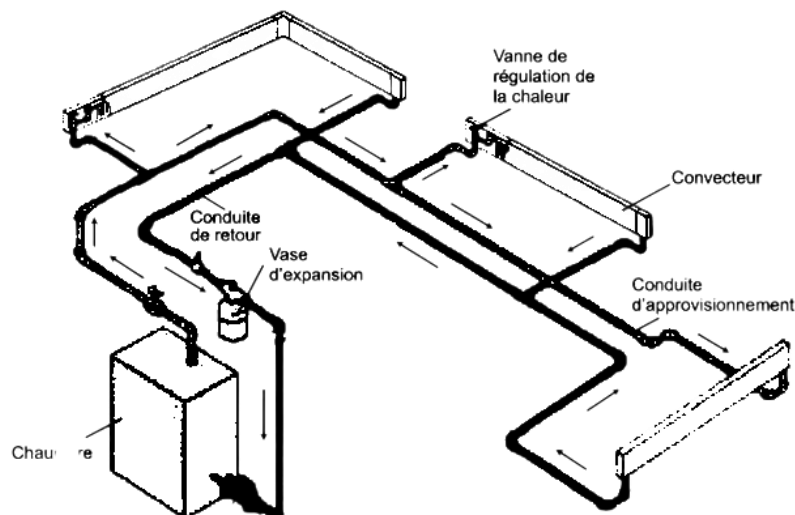


Figure 23 Schéma distribution d'eau et de chaleur dans un hammam-Source Auteurs

La chaleur des flammes circulait à travers ce réseau d'hypocaustes⁸ (Auteurs se répartissait sur toute la surface grâce à l'efficacité de deux ou plusieurs cheminées placées dans des parois opposées au foyer. Les parois de l'étuve n'étaient pas doublées, et les conduits de cheminée étaient simplement réservés dans l'épaisseur de la maçonnerie.

Ces conduits, situés dans la paroi séparant l'étuve de la pièce tiède, contribuaient également à chauffer cette dernière, lui conférant une température moyenne.

⁷ Une pièce de petite taille, souvent revêtue de carreaux de céramique ou de marbre, La chaleur dans l'étuve est générée à partir d'un foyer situé à l'extérieur du bâtiment ou dans une chaufferie adjacente. La chaleur est ensuite transmise dans l'étuve par des conduits ou des canalisations.

⁸Un système dans lequel la chaleur était généralement générée par des foyers alimentés par du bois, du charbon ou du gaz, placés à l'extérieur du bâtiment ou dans une chaufferie adjacente.

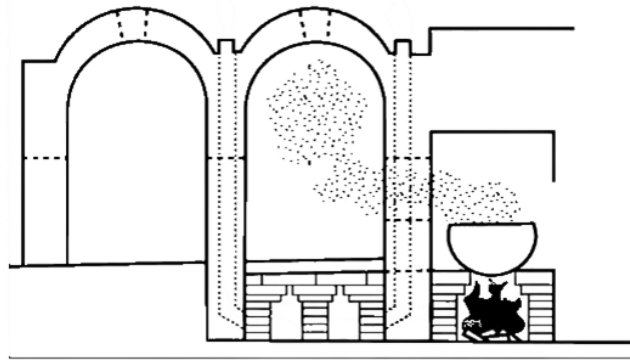


Figure 24 Schéma d'hypocaustes-Source Auteures

1.4. Etudes des précédents

1.4.1. Hammam « Sidna » :

Cet établissement plus particulièrement désigné aujourd'hui par les autochtones sous le nom de hammam Sidna (Figure 25 Plan de Hammam Sidna-Source Auteures, le bain de notre Seigneur (sous-entendu Hassan fils de Barbarous), passe lors de la conquête des mains du Beylik turcs à celles du domaine de l'état. Connu sous plusieurs appellations, hammam du « Pacha », hammam « El-Dey « référence au Dey "Mustapha Pacha" car il le fréquentait assez souvent.

Il est l'un des plus grands vieux bains de la Casbah basse de la période Ottomane. Sa date de construction reste inconnue, il a été réhabilité probablement par "Mustapha Pacha" qui régna entre 1798 et 1805. Il est composé de :

- **Le Vestibule "Sqifa" » :** Cette pièce a une forme rectangulaire, elle est recouverte d'une voûte en berceau, ses parois sont recouvertes de céramiques, elle dispose aussi de banquettes en maçonnerie sur la longueur de la paroi faisant face à l'entrée principale du bain. A gauche de ce vestibule il se trouve un escalier qui mène à l'étage supérieur où se trouve un logement destiné probablement au propriétaire du bain ou à ses personnels.
- **La salle de Repos- Vestiaire :** C'est d'une vaste pièce de forme rectangulaire, située à un demi-niveau au-dessus du vestibule. La salle possède d'un patio couvert par une verrière, des portiques à colonnes torsadées. Les trois galeries formées sont surélevées de deux marches par rapport à l'espace central, servant à un espace de déshabillage et de relaxation pour les baigneurs. Le Vestiaire possède une chambre annexe.
- **La Salle Tiède :** Elle se divise en trois parties, un espace central sert de passage, un cabinet latéral employé comme latrine et une niche enfoncée dans le mur, surélevée et aménagée comme banquettes. La paroi commune au vestiaire abrite deux conduites de cheminée de section carrée, ces gaines d'évacuation sont placées de part et d'autre de la porte séparant la pièce tiède du vestiaire.
- **La Salle Chaude :** C'est une pièce spacieuse, structurée autour d'un interstice central de forme carrée recouvert d'une coupole, trois de ses côtés s'ouvrent sur de grandes alcôves, semblables à des "Iwan". Cette salle possède aussi des "Khilouas », dont deux en la même forme carrée.

- **La Chaufferie** : Elle est accessible par la rue, et se développe du plus grand côté de l'étuve, la chaudière et le réservoir d'eau froide sont disposés dans l'axe du bain et communique avec la salle chaude par le biais d'une ouverture dans la paroi commune.

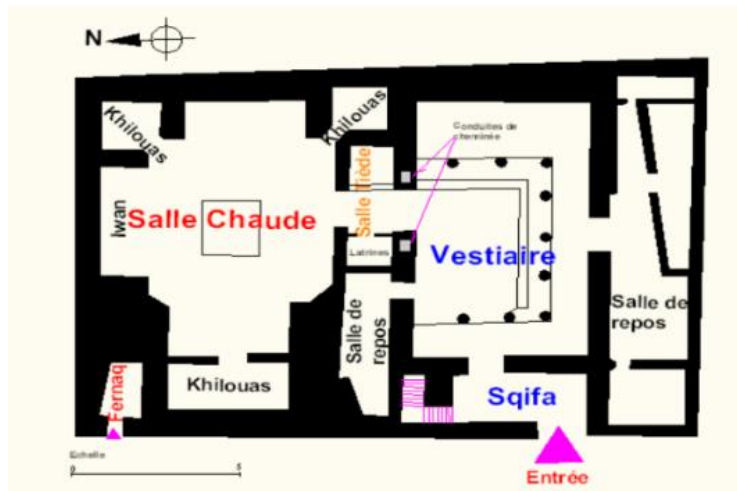


Figure 25 Plan de Hammam Sidna-Source Auteurs

1.4.2. Hammam Sidi-Bougdour (Alger)

Il se situe juste derrière la mosquée de « Sidi Mohamed El-Cherif » dans la rue passage "Slimane Ouhas". Le Bâtiment (Bougdour «se compose de deux niveaux, le rez-de-chaussée qui dispose « El-Ferran », et le premier étage réservé au bain proprement dit, qui occupe une forme rectangulaire, les pièces articulent autour de la salle chaude, séparées par un couloir qui joue le rôle de distributeur.

- **Le Vestiaire** : il est séparé par un long couloir périphérique relié au vestibule d'entrer de forme "L ». Le vestiaire se divise en deux pièces de forme rectangulaire dont entre les deux se trouve un local réservé aux latrines.
- **La Salle Tiède** : Cette salle tiède se trouve collée à l'étuve, de forme rectangulaire, elle sert aujourd'hui d'espace de repos, possède des fenêtres. Dans la paroi qui sépare cette salle et la salle chaude se trouve des cheminées de tirage qui viennent du rez-de-chaussée où le système de chaufferie "hypocauste" réside.
- **La Salle Chaude** : Elle est une pièce rectangulaire, couverte d'une voûte en berceau, c'est la plus grande et importante du hammam. Dans les deux côtés de la salle, les plus longs sont adossés les cuves de lavages, des cloisons contemporaines ont été construit pour la séparation qui donne l'aspect du « Khilouas ».

- **La chaufferie** : « El-Fernaq » se trouve au premier niveau, son accès se fait par une petite porte donnant sur le vestibule. Il est recouvert par une voûte en berceau.

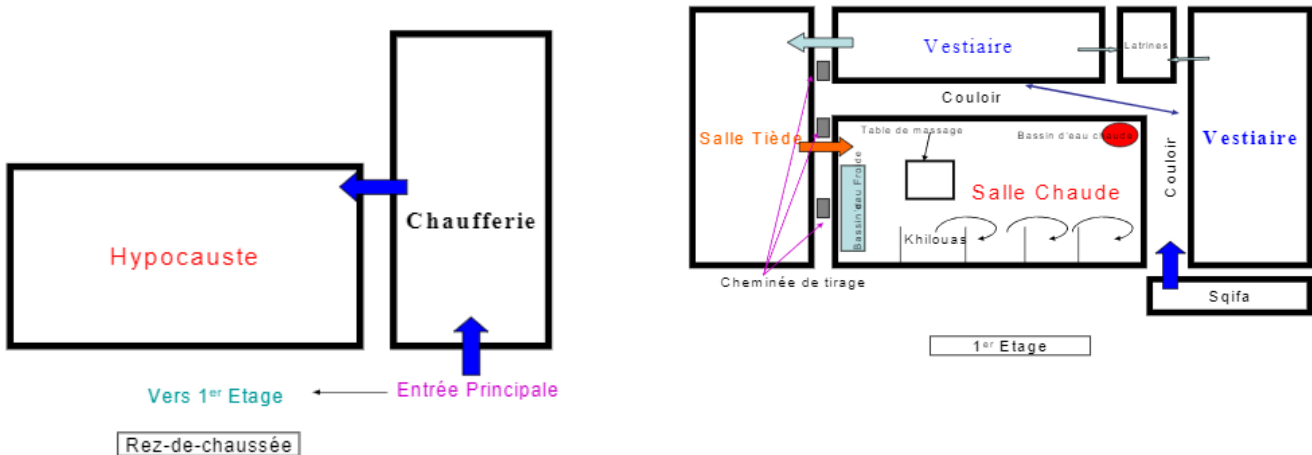


Figure 26 Les Plans du "Hamam Bougdour"

Source : Mémoire « la reconnaissance architecturale d'un patrimoine socio-culturel »

1.5. Les Thématiques :

1.5.1. Les thermes de vals



Figure 27 Vue extérieure les thermes vals

Source : <https://www.archdaily.com/13358/the-therme-vals>

Peter Zumthor, architecte de renom, a réalisé un projet emblématique en 1996 (Figure 27). Situé dans les magnifiques Grisons, en Suisse, cet ouvrage est le fruit de son talent et de sa créativité.

5-1-1 1 La genèse d'idée :

L'idée était de créer une structure en forme de grotte. Inspirée par l'environnement naturel, en dessous d'un toit d'herbe, la structure était à moitié enfouie dans la colline.

A l'intérieur, l'idée était de travailler avec les ambiances lumineuses.

Le volume ancré dans la colline dans laquelle la compacité du volume est cassée par les grandes percées et la terrasse.

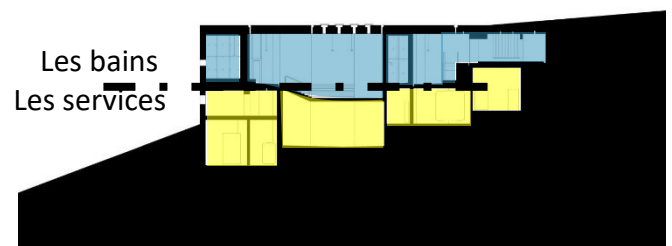
5.1.1.2 Texture :

Le revêtement des murs en panneaux de pierre concassée (le gneiss) pierre locale : épaisseur 63, 47 mm et 31mm Tolérance : 1 mm, Largeur : de 12 à 30 cm Longueurs : jusqu'à 3,20 m largeur commune : environ 2 mm

Les murs de la station thermale sont minces, dalles de quartzite local. Ils sont empilés de telle sorte à faire allusion à la géologie naturelle et pousser le bâtiment à la belle situation pittoresque, vous permettant de dominer la scène.

5.1.1.3 Analyse fonctionnelle

Le projet s'organise à deux niveaux (Figure 28 coupe schématique du thermes des vals-Source Auteurs, le niveau inférieur comporte les locaux techniques et le niveau supérieur comporte les bains.



La structure se compose des murs en béton, dalles de béton et un revêtement mince composé de pierre de gneiss.

Figure 28 coupe schématique du thermes des vals-Source Auteurs

5.1.1.4 Les dispositifs bioclimatiques

- **Intégration au site :**

Le bâtiment est presque ancré au sol ce qui donne une stabilité thermique au bâtiment, et fait profiter d'inertie thermique de la terre.

- **Toit végétal :**

Le projet est conçu de telle sorte à isoler l'enveloppe et créer un micro climat.

- **Compacité du volume :**

Volume compacte avec des murs revêtus en pierre qui est un matériau caractérisé par sa haute inertie thermique.

1.5.2. HAMMAM "SOUK EL-GHEZEL" (Constantine)

1.5.2.1 Origine & Implantation

Hamмам "Souk El-Ghazel" (Figure 29 Schéma montrant le secteur d'implantation de hammam « souk El Ghazel était construit entre 1827 et 1835 sous la Régence Ottomane, il est le plus populaire et fréquenté, car il se trouve dans le noyau central du Rocher par une voie accessible qui donne sur la rue "19 Juin", ex rue "de France ». Cet édifice est implanté dans le secteur "Souk El-Tadjjar", quartier commerçant dans la partie centrale du Rocher, dont "El-Ghezel" c'est la manière de travailler la laine du mouton.

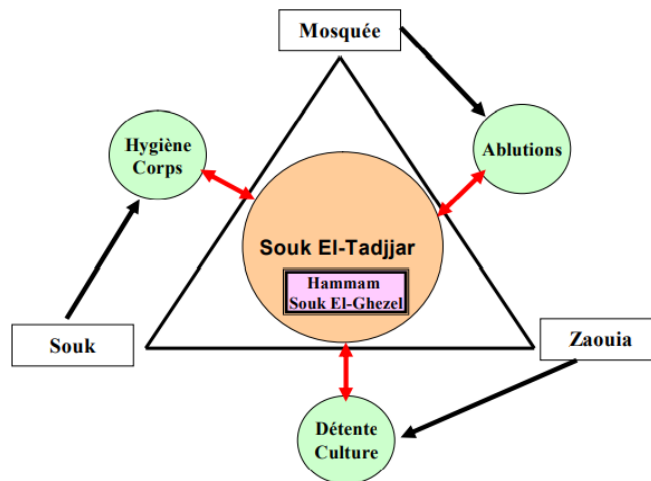


Figure 29 Schéma montrant le secteur d'implantation de hammam « souk El Ghazel

1.5.2.2. Organisation Spatiale et Zoning

L'édifice est de forme rectangulaire et se divise en plusieurs espaces, selon le partage des activités. Il possède une seule façade qui donne sur la ruelle, tandis que le reste des côtés est mitoyen à des habitations.

L'organisation des espaces intérieurs du hammam est fondamentale (Figure 30 Schéma de zoning de hammam "Souk El Ghazel"-Source Auteurs, basée sur une progression linéaire des pièces, selon la variation des températures. Le hammam est orienté Nord-ouest, d'une forme globale carrée, composé de trois zones importantes, selon la température et le fonctionnement de chacune, complètement différentes dans leur caractère.

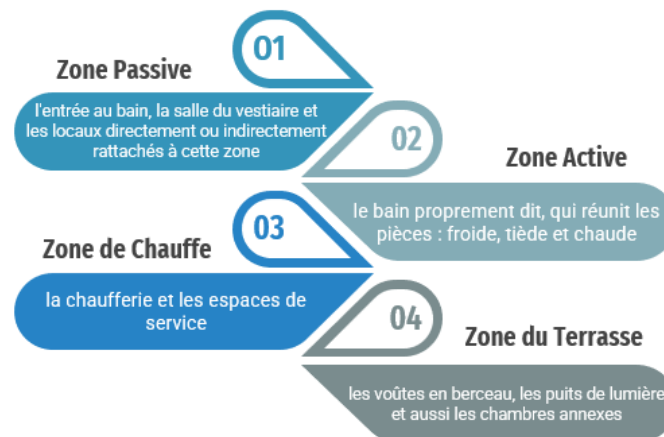


Figure 30 Schéma de zoning de hammam "Souk El Ghazel"-Source Auteurs

1.5.2.3. Les Composants Architecturaux :

- **Les murs**

Les murs porteurs ont été utilisés par la pierre. C'est un matériau dur, résistant bien aux efforts de compression. Les séparations des salles ont été construites en brique, entre la brique pleine et la brique creuse, c'est dans la zone de chauffe "El-Fernaq" est clairement vu, là où il y a les désordres. L'ensemble consistait en un système de murs porteurs, les murs montés en appareillage de brique sont renforcés par des tirants de bois et des rondins horizontaux noyés dans la maçonnerie.

- **Les arcs**

Divers arcs ont été utilisés comme élément de structure et à la fois décoratif, l'arc le plus aisément employé est l'arc en plein cintre, on trouve aussi l'arc outrepassé entre la salle de repos et la salle froide. L'encadrement des portes extérieures : d'entrée principale du hammam et la zone de chauffe.

Les Arcades sont utilisées dans la partie supérieure, où se trouve la "Mezzanine", c'est ceux qui reçoivent les charges verticales de la coupole, elles se composent de plusieurs arcs en plein cintre

I. Les voûtes et les coupoles

Il existe une seule coupole supportée par des colonnes, elle couvre la partie centrale du hammam, soit la salle de repos. La salle de vestiaire n'a pas d'ouvertures, elle ne pouvait donc pas recevoir l'éclairage du jour, le peu de lumière naturelle qui pénétrait dans la salle était assuré par les ouvertures au niveau de la « Mezzanine »

Les voûtes en berceau se trouvent au niveau des salles froide "Bit el-Barda" et chaude "Bit el-Skhouna", se sont les couvertures des planchers qui reposent sur les murs porteurs

I. 6- Facteurs déterminants :

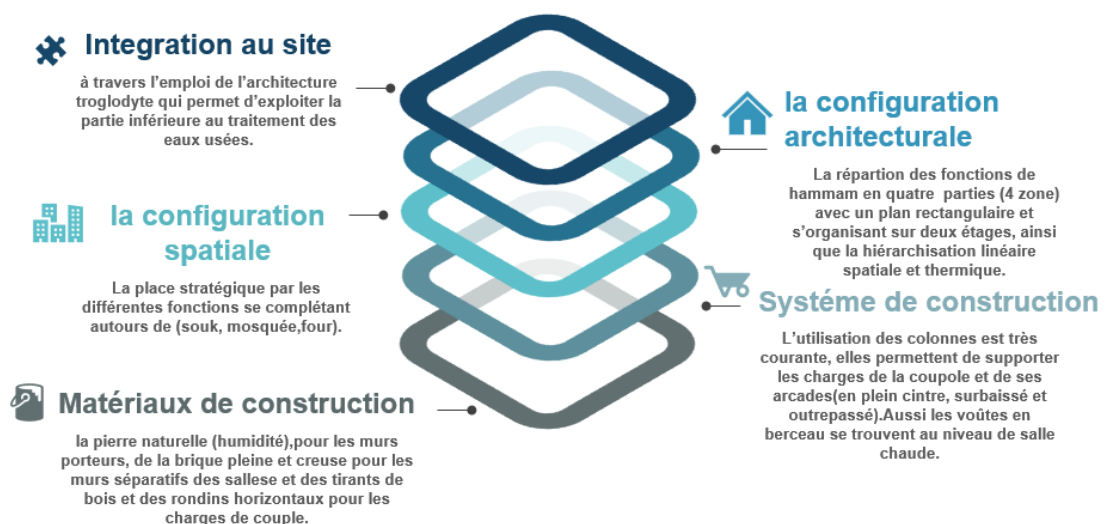


Figure 31 Schéma des factures déterminants-Source Auteurs

Partie II : CONCEPTUALISATION

L'interprétation du hammam à travers le prisme du postmodernisme architectural et la philosophie de Mario Botta offre une approche novatrice et réfléchie à la fois pour l'architecture et la durabilité. Le postmodernisme remet en question les normes modernistes en introduisant des éléments historiques, des références culturelles, des ornements et des détails décoratifs dans les conceptions architecturales. Cette approche plus éclectique, contextuelle a ouvert de nouvelles possibilités d'expression architecturale.

Dans cette perspective, Mario Botta, architecte suisse, se distingue par sa vision unique qui fusionne les principes du postmodernisme et du néo-modernisme. Sa philosophie repose sur un dialogue subtil entre tradition et innovation, forme et fonction. Botta a réussi à créer une esthétique harmonieuse qui intègre des éléments du passé dans des réalisations contemporaines. Son travail témoigne d'une compréhension profonde de l'importance du contexte, de l'histoire et de la culture dans la création de bâtiments qui s'intègrent harmonieusement dans leur environnement.

Cependant, les hammams, en tant qu'équipements traditionnels de bain et de relaxation, sont souvent confrontés à des problèmes de consommation d'eau et d'énergie. Les hammams traditionnels peuvent être énergivores et gaspiller de grandes quantités d'eau. Dans un contexte où la gestion des ressources est devenue cruciale, il est nécessaire de trouver des solutions durables pour réduire l'impact environnemental de ces installations.

C'est là que l'architecture verte entre en jeu. L'architecture verte se concentre sur la conception de bâtiments respectueux de l'environnement en utilisant des matériaux durables, en améliorant l'efficacité énergétique et en favorisant l'utilisation de sources d'énergie renouvelables. Dans le cas des hammams, des solutions telles que le système de récupération des eaux grises peut être mises en place pour réduire la consommation d'eau et favoriser une utilisation responsable des ressources. Ces systèmes permettent de recycler et de réutiliser les eaux usées des hammams, contribuant ainsi à une utilisation plus efficace de l'eau.

En combinant l'interprétation postmoderne du hammam, la philosophie de Mario Botta, l'architecture verte et les solutions de gestion de la consommation, nous pouvons créer des hammams durables, respectueux de l'environnement et offrant une expérience de détente et de bien-être tout en préservant notre planète. Cette approche intégrée permet de concilier l'esthétique, la tradition et la durabilité, offrant ainsi une vision prometteuse pour l'avenir des hammams.

1.1. Courants et principes architecturaux

1.1.1. Le postmodernisme

Le postmodernisme adopte une approche plus éclectique,⁹ contextuelle et souvent ironique.¹⁰ Le postmodernisme architectural s'est développé dans les années 1960 et 1970, mais a atteint son apogée dans les années 1980 et 1990. Les architectes postmodernistes ont remis en question les normes modernistes en introduisant des éléments historiques, des références culturelles, des ornements et des détails décoratifs dans leurs conceptions.

⁹L'architecture éclectique est souvent caractérisée par une fusion ou une combinaison harmonieuse de différents éléments architecturaux, tels que les formes, les motifs, les matériaux et les détails décoratifs.

¹⁰ Le terme "ironique" se réfère à une approche qui utilise l'ironie et l'humour pour remettre en question les conventions traditionnelles de l'architecture et pour critiquer les idées préconçues ou les normes établies.

L'un des aspects clés du postmodernisme architectural est la notion de pastiche, c'est-à-dire l'utilisation délibérée de références historiques ou stylistiques dans une nouvelle construction. Les architectes postmodernistes ont incorporé des éléments de styles architecturaux passés tels que le classicisme, le baroque, le gothique ou le régionalisme, mais en les réinterprétant de manière contemporaine. Les architectes postmodernistes ont souvent joué avec les attentes du public en créant des formes inhabituelles, en utilisant des couleurs vives et en incorporant des éléments surprenants ou contradictoires dans leurs bâtiments.

En outre, le postmodernisme architectural met l'accent sur la notion de lieu et de contexte. Les architectes cherchent à créer des bâtiments qui s'intègrent harmonieusement dans leur environnement urbain ou naturel, en tenant compte de l'histoire, de la culture et des caractéristiques spécifiques du site.

1.1.2. Les concepts clés du postmodernisme en architecture

-Conceptualisme : Le postmodernisme met l'accent sur la relation entre l'architecture et son contexte environnant. Les bâtiments postmodernes sont conçus pour s'intégrer harmonieusement à leur environnement, en tenant compte de l'histoire, de la culture et des caractéristiques locales.

-Références historiques : Le postmodernisme incorpore souvent des références à l'architecture historique, en utilisant des éléments décoratifs, des motifs ornementaux ou des styles architecturaux du passé. Ces références sont généralement réinterprétées ou déformées de manière inattendue.

-Rejet de la pure fonctionnalité : Contrairement au modernisme qui privilégiait la fonctionnalité et la simplicité, le postmodernisme en architecture explore des formes plus expressives et symboliques. Les bâtiments postmodernes sont souvent conçus pour susciter des émotions et des expériences sensorielles.

1.1.3. Le néo-modernisme

Un courant qui combine des éléments de modernisme du 20^e siècle avec des influences contemporaines. Il s'agit d'une réinterprétation du modernisme classique qui est apparu au début du 20^e siècle, mais avec une sensibilité et une esthétique mise à jour pour répondre aux besoins et aux goûts de l'architecture contemporaine. Le courant néo-moderniste met l'accent sur la simplicité, la fonctionnalité et la géométrie dans la conception architecturale. Il s'inspire des principes du modernisme, tels que l'utilisation de formes géométriques simples, l'absence d'ornementation superflue et l'intégration harmonieuse de l'architecture dans son environnement. Cependant, il introduit également de nouvelles idées et de nouvelles technologies qui sont caractéristiques de l'époque contemporaine.

Une caractéristique importante du néo-modernisme est l'utilisation de matériaux modernes tels que le verre, l'acier et le béton, mais avec des techniques de construction et des technologies plus avancées. Cela permet la création de structures plus audacieuses et plus légères, avec des espaces intérieurs ouverts et lumineux. Les lignes épurées et les formes géométriques restent une caractéristique clé du néo-modernisme, mais elles peuvent être combinées avec des éléments plus organiques ou courbes pour ajouter de la fluidité et de la douceur aux designs. Le néo-modernisme met également l'accent sur la durabilité et l'efficacité énergétique¹¹. Les architectes néo-modernistes intègrent souvent des principes de conception

¹¹ La construction de bâtiments qui consomment moins d'énergie et qui minimisent leur impact environnemental. L'objectif principal est de maximiser l'utilisation des ressources naturelles, tout en réduisant les coûts de fonctionnement pour les propriétaires et les occupants.

écologique, tels que l'utilisation de matériaux recyclables, l'optimisation de l'éclairage naturel, la gestion de l'eau et l'intégration de technologies vertes.

1.1.4. Les concepts clés de postmodernisme en architecture

Minimalisme : Le néo-modernisme met l'accent sur la simplicité, la clarté et l'épure. Les formes architecturales sont souvent réduites à leur essence, avec des lignes épurées, des espaces ouverts et une utilisation minimale des ornements.

Fonctionnalité : Tout comme le modernisme, le néo-modernisme accorde une grande importance à la fonctionnalité et à l'efficacité. Les bâtiments sont conçus pour répondre aux besoins pratiques des utilisateurs tout en maximisant l'utilisation de l'espace et en favorisant la durabilité environnementale

Dialogue avec le contexte : Le néo-modernisme cherche à établir un dialogue entre l'architecture et son environnement. Les bâtiments néo-modernes tiennent compte du contexte social, culturel et physique, en s'intégrant harmonieusement à leur environnement et en favorisant la connexion avec l'espace public.

Durabilité et respect de l'environnement : Le néo-modernisme intègre des principes de durabilité et de respect de l'environnement dans la conception des bâtiments. Cela inclut l'utilisation de matériaux durables, l'optimisation de l'efficacité énergétique, l'intégration de systèmes d'énergie renouvelable et la conception de bâtiments à faible impact environnemental.

1.1.5. Fusion stylistique :

L'architecture contemporaine est le reflet de la diversité des courants et des approches qui ont émergé au fil du temps. Parmi les architectes influents qui ont su combiner les principes du postmodernisme et du néo-modernisme, Mario Botta (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** se distingue par sa vision unique et sa capacité à fusionner ces deux courants en une esthétique harmonieuse. Son travail incarne un dialogue passionnant entre la tradition et l'innovation, la forme et la fonction, et offre une perspective captivante sur la manière dont ces deux courants peuvent coexister et s'enrichir mutuellement.



Figure 32 Carte mentale Mario Botta-Source Auteurs

1.1.5. MARIO BOTTA :

Mario Botta est généralement considéré comme un architecte appartenant au courant du néo-modernisme ou du postmodernisme. Son travail s'inscrit dans une période de transition

entre le modernisme et le postmodernisme, où les architectes ont cherché à combiner des éléments modernistes avec des références historiques et des formes expressives.

Les conceptions de Botta présentent souvent une esthétique rigoureuse et géométrique, en mettant l'accent sur la simplicité des formes et l'utilisation de matériaux tels que la brique, le béton et la pierre. Il est connu pour créer des espaces intérieurs dramatiques et jouer avec la lumière naturelle. Cependant, il convient de noter que le travail de Botta peut également varier d'un projet à l'autre, et certains de ses projets plus récents ont adopté des approches plus contemporaines ou éclectiques, intégrant des éléments sculpturaux et des formes organiques.

1.1.6. Les concepts de Mario Botta :

Mario Botta est renommé dont le travail est souvent associé à des concepts clés tels que :

Géométrie et forme : Les conceptions de Mario Botta se caractérisent par une utilisation expressive de la géométrie et des formes architecturales. Il explore des compositions rigoureuses, des volumes clairs et des lignes fortes, créant ainsi des bâtiments puissants et reconnaissables.

Matérialité : Botta attache une grande importance à la matérialité dans son architecture. Il utilise souvent des matériaux naturels tels que la pierre, le béton et le bois pour donner une présence tangible à ses bâtiments. Il est réputé pour son utilisation créative et expressive de la brique, en utilisant des motifs de maçonnerie complexes pour ajouter du caractère à ses structures.

Lumière et ombre : L'utilisation de la lumière naturelle est un aspect essentiel dans l'architecture de Mario Botta. Il crée des jeux d'ombre et de lumière en incorporant des ouvertures soigneusement conçues, des puits de lumière et des éléments architecturaux qui permettent à la lumière de pénétrer profondément dans les espaces intérieurs, créant ainsi des atmosphères dynamiques et évocatrices.

Échelle humaine : Les bâtiments de Botta sont conçus en tenant compte de l'échelle humaine et de l'expérience de l'utilisateur. Il crée des espaces intérieurs confortables et fonctionnels, et accorde une attention particulière à la relation entre l'espace intérieur et l'environnement extérieur.

Contexte et intégration : Mario Botta cherche à intégrer ses bâtiments dans leur contexte environnant, qu'il s'agisse d'un paysage naturel ou d'un tissu urbain existant. Il crée des structures qui dialoguent avec leur environnement et contribuent à la création d'un lieu spécifique.

Le SFMOMA est un bâtiment emblématique du néo-modernisme conçu par Mario Botta en 1995. Il présente plusieurs caractéristiques distinctives de l'approche architecturale de Botta :

a. *Concept :*

Le bâtiment se distingue par sa forme cubique caractéristique, avec des lignes nettes et des angles marqués. Cette forme géométrique simple et puissante crée une présence visuelle forte dans le paysage urbain.

b. *Fonctionnalité :*

Botta a créé une hiérarchie claire des espaces à l'intérieur du musée. Le bâtiment est organisé autour d'un atrium central en forme de cylindre, qui sert de point focal et relie les différentes galeries et niveaux du musée. Cette organisation spatiale facilite la circulation des visiteurs et offre une expérience dynamique de découverte. Aussi il a accordé une grande

attention à la lumière naturelle dans la conception du SFMOMA. Des puits de lumière, des ouvertures stratégiquement placées et des fenêtres en bande offrent une luminosité naturelle abondante à l'intérieur du bâtiment, créant une atmosphère agréable et mettant en valeur les œuvres d'art exposées.

c. Les matériaux :

Botta a utilisé des matériaux traditionnels tels que la brique et le béton armé pour donner au bâtiment une apparence solide et ancrée dans l'histoire de l'architecture. La brique est utilisée pour revêtir les façades, ajoutant une texture et une chaleur visuelles.

d. La structure :

Botta met en valeur la structure du bâtiment en l'affichant de manière expressive. Les colonnes, les poutres et les éléments structuraux sont clairement visibles, ajoutant une esthétique sculpturale et soulignant la rationalité de la construction.

e. Interaction avec l'environnement urbain

Le SFMOMA s'intègre harmonieusement dans le contexte urbain de San Francisco (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Il utilise des éléments architecturaux qui répondent aux caractéristiques des bâtiments environnants tout en affichant une identité distincte. Le musée est également connecté à la rue par des espaces publics et des entrées ouvertes, invitant les visiteurs à entrer



Figure 33 San Francisco Museum of Modern Art

Source : [https://www.google.com/search?q=le+San+Francisco+Museum+of+Modern+Art+\(SFMOMA\)](https://www.google.com/search?q=le+San+Francisco+Museum+of+Modern+Art+(SFMOMA))

Synthèse :

Dans cette étude, nous explorerons les concepts clés (Figure 33 Schéma des concepts clés de projet-Source Auteurs du postmodernisme et du néo-modernisme tels qu'ils se manifestent dans l'architecture de Mario Botta. Nous analyserons ses réalisations emblématiques, en examinant comment il a réussi à combiner ces deux courants pour créer des espaces uniques, expressifs et fonctionnels. En examinant le travail de Botta, nous chercherons à comprendre comment la fusion du postmodernisme et du néo-modernisme peut contribuer à une nouvelle vision architecturale qui transcende les limites conventionnelles et offre des perspectives inspirantes pour l'avenir de l'architecture contemporaine.

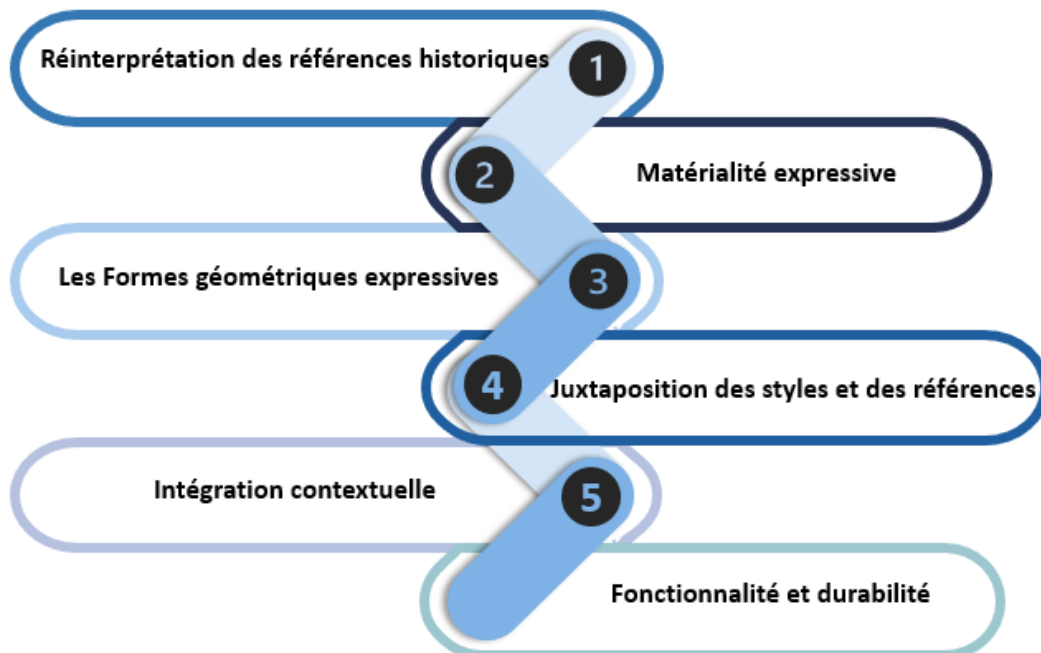


Figure 33 Schéma des concepts clés de projet-Source Auteurs

1.1.7. L'architecture verte :

L'architecture verte (ou architecture écologique) est un mode de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de

l'environnement et de l'écologie. Il existe de multiples facettes de l'architecture verte, certaines s'intéressant surtout à la technologie, la gestion, ou d'autres privilégient la santé de l'homme, ou encore d'autres, plaçant le respect de la nature au centre de leurs préoccupations.

La philosophie de l'architecture verte se concrétise à travers différentes pratiques qui ont pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin la qualité de vie des utilisateurs. Et bien qu'il n'y ait pas de définition de l'architecture verte.

En effet, l'architecture verte va plus loin que l'architecture durable, car elle ajoute l'utilisation des plantes et des espaces verts. Les bâtiments peuvent ainsi être aménagés de façades végétalisées dans un projet d'architecture verte. Il s'agit donc d'une véritable réflexion qui repose sur trois piliers.

1.1.7.1. LES PILIERS DE L'ARCHITECTURE VERTE

Pour qu'un projet de construction puisse relever de l'architecture verte, il doit s'inscrire dans une démarche qui prend en compte les piliers de l'architecture vert (Figure 34 Schéma Les piliers d'architecture vert-Source Auteurs :

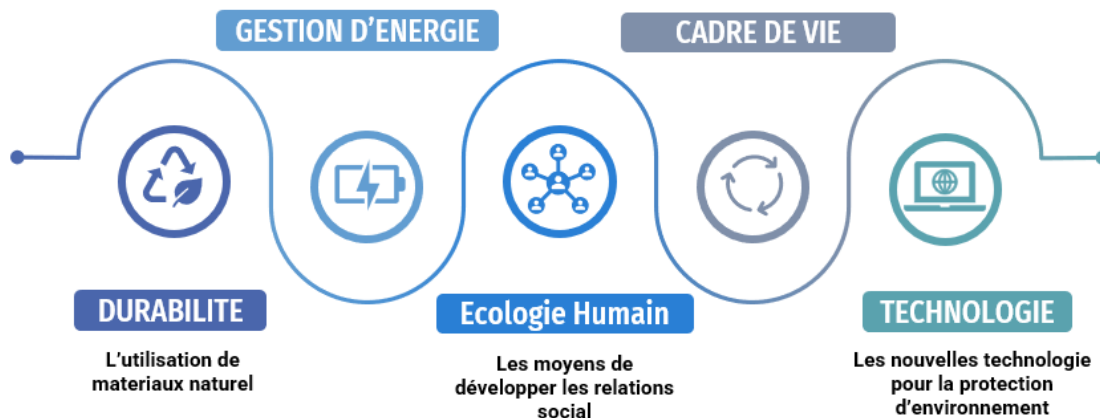


Figure 34 Schéma Les piliers d'architecture vert-Source Auteurs

1.1.7.2. Objectifs de l'architecture verte :

Le but primordial de l'architecture durable est l'efficacité énergétique de la totalité du cycle de vie d'un bâtiment.¹²

➤ La maîtrise de la consommation d'énergie d'un bâtiment :

- Réduction des déperditions énergétiques¹³ par la mise en place d'une isolation thermique efficace, notamment grâce à une utilisation judicieuse des matériaux
- Minimisation des besoins en énergie, en particulier grâce à l'orientation du bâtiment en fonction du soleil et à l'implantation dans le site
- Récupération d'énergies naturelles, par exemple avec la mise en place de système de ventilation et de refroidissement naturels

¹² Toutes les étapes, de sa conception initiale à sa construction, son utilisation, sa rénovation éventuelle et sa fin de vie

¹³ Les pertes d'énergie qui se produisent à travers les éléments de construction d'un bâtiment, entraînant une inefficacité énergétique. Ces pertes peuvent se produire sous différentes formes, telles que la transmission de chaleur, les infiltrations d'air ou les fuites d'humidité

- Production d'énergies alternatives comme l'électricité photovoltaïque ou éolienne afin de réduire les apports extérieurs d'énergie et si possible, construire des bâtiments à énergie positive

- La réduction des rejets :

- La minimisation de la pollution et de la production de déchets.

- La récupération des eaux de pluies, notamment pour l'arrosage, et le recyclage des eaux usées.

Partie III : METHODOLOGIE

3.1. Modèle d'analyse :

Avant de commencer l'analyse du site du cas d'étude nous avons préparé le modèle d'analyse qui va organiser et faciliter et éclaircir le travail de l'analyse. Le modèle d'analyse est composé de ces éléments :

- **Type de mémoire.**
- **Positionnement épistémologique.**
- **Méthode**
- **Les types d'approches.**

Tout d'abord, la mémoire qu'on va travailler avec est de type : mémoire d'expérimentation (C'est-à-dire aller du concret vers l'abstrait), concernant le positionnement épistémologique on s'est optées pour le positionnement constructivisme. Ensuite le choix de l'approche.

3.1.1. Positionnement épistémologie :

En utilisant le constructivisme dans notre projet "Hamмам vert", nous avons émis des hypothèses basées sur des observations spécifiques afin de parvenir à des conclusions générales. Nous avons minutieusement examiné les données et les observations recueillies lors de notre recherche, en recherchant des schémas et des relations qui nous ont permis de formuler des hypothèses et d'approfondir notre compréhension du sujet étudié.

Le constructivisme reconnaît que nos connaissances et nos interprétations sont activement construites par notre interaction avec le monde qui nous entoure. Il souligne l'importance de la perspective individuelle et sociale dans la construction de la réalité. En adoptant cette approche, nous avons pris en compte les diverses perspectives des personnes impliquées dans notre projet "Hamмам vert", ce qui a enrichi notre compréhension globale et nous a permis de mieux appréhender la complexité du sujet étudié.

3.1.2. La méthode Inductive :

La démarche inductive que nous avons suivie se résume en cinq étapes. Tout d'abord, nous avons défini le phénomène que nous souhaitions étudier. Ensuite, nous avons formulé une hypothèse provisoire, qui servait de point de départ à notre exploration. Par la suite, nous avons confronté chaque cas que nous avons observé ou étudié à cette hypothèse, afin de déterminer si elle correspondait aux faits observés.

Au cours de cette confrontation, nous avons été ouverts à la possibilité de reformuler ou de redéfinir notre hypothèse si elle ne correspondait pas aux faits que nous avons observés. Cette flexibilité nous a permis de rester réceptifs aux nouvelles informations et aux découvertes qui ont émergé de notre étude.

Enfin, nous avons atteint une certitude probable en examinant plusieurs cas qui soutenaient notre hypothèse, renforçant ainsi la validité de notre interprétation. Cependant, nous avons également été prêts à infirmer notre explication si nous avons découvert un seul cas négatif, c'est-à-dire un cas qui contredisait notre hypothèse. En adoptant cette méthode inductive, nous avons pu explorer de manière approfondie les données qualitatives recueillies et développer une compréhension plus fine du phénomène étudié.

Cette approche nous a permis de rester ouverts aux nouvelles perspectives et de tirer des conclusions basées sur les observations et les schémas communs que nous avons identifiés.

3.1.3. Approche de thème :

Dans notre projet, nous avons choisi d'adopter une approche mixte de recherche. Cette approche combine à la fois des éléments de l'approche quantitative et de l'approche qualitative, dans le but d'obtenir une compréhension plus complète et approfondie du phénomène étudié. En utilisant cette approche, nous avons collecté à la fois des données quantitatives et qualitatives, que nous avons ensuite intégrées dans notre analyse. Cela nous a permis d'explorer à la fois les aspects mesurables et les significations subjectives du phénomène, en adoptant une perspective plus holistique.

Dans notre démarche, nous avons commencé par recueillir des données quantitatives à grande échelle, ce qui nous a permis d'identifier des tendances et des relations entre les variables. Ensuite, nous avons approfondi notre compréhension en utilisant des méthodes qualitatives telles que des entretiens ou des observations, afin d'examiner les expériences et les perceptions des personnes impliquées.

En combinant ces deux approches, nous avons pu bénéficier de la rigueur et de la généralisabilité des données quantitatives, tout en explorant les nuances et les spécificités des données qualitatives. Cela nous a permis d'obtenir une vision plus complète du phénomène étudié et de développer des conclusions plus solides et des recommandations plus éclairées.

3.1.3.1 Enquête et participation sociale

Pour approfondir et obtenir des données de qualité sur notre sujet, nous avons choisi d'utiliser une enquête participative, en combinant les méthodes du questionnaire et de l'entretien. Ces deux options nous permettent de recueillir des récits, des connaissances et des informations pertinentes sur l'objet étudié.

Pour mieux comprendre les pratiques actuelles dans les hammams de Mostaganem, nous avons réalisé des entretiens semi-structurés avec les administrateurs et les gestionnaires des hammams. Ce type d'entretien permet d'obtenir des informations détaillées et de qualité, en laissant une certaine liberté au répondant pour s'exprimer. Il est basé sur des questions généralement ouvertes, favorisant ainsi une communication riche et approfondie.

En utilisant cette approche, nous avons pu recueillir des données précieuses et obtenir des informations complètes sur les usages du hammam et la consommation d'eau à Mostaganem. Ces entretiens ont joué un rôle essentiel dans notre recherche en nous permettant d'explorer en profondeur les différents aspects liés à notre sujet.

L'entretien s'établit selon des questions simples et directs ou l'ordre et la formulation était préalablement fixé avec l'interprétation de quelque question pour acquérir une meilleure compréhension. (Voir l'Annexe Page)

Entretien N1 :

Nous avons préparé un ensemble de 7 à 10 questions ouvertes que nous avons adressées aux administrations compétentes telles que l'APC, l'ADE (Algérienne des Eaux) et les services hydrauliques. L'objectif était de mieux comprendre les démarches administratives nécessaires pour la construction d'un hammam, notamment l'obtention du permis de construire et du certificat d'exploitation. Nous avons également cherché à clarifier les différentes situations dans

lesquelles il est possible de bénéficier d'un puits ou d'un raccordement à l'ADE, ainsi que les différences entre ces deux options et la gestion des problèmes potentiels qui pourraient survenir.

De plus, nous avons abordé la question de la tarification de l'eau et des taxes associées, en cherchant à comprendre les problèmes rencontrés et les meilleures pratiques pour les gérer. Ces questions nous ont permis d'obtenir une meilleure compréhension de ces aspects administratifs et de structurer notre démarche de manière appropriée. (Voir l'Annex Page)

Entretien N2 :

Nous avons élaboré un ensemble de 12 à 14 questions ouvertes que nous avons posées aux gestionnaires de hammams situés dans la région de Mostaganem. Nous avons sélectionné un échantillon de 10 hammams représentatifs, qui présentaient des différences significatives notamment dans leur période de construction. Parmi ces échantillons, deux hammams se sont avérés particulièrement riches en informations. Le premier est le Hammam Mekhatria à Beymouth, construit pendant la période coloniale, et le second est le Hammam Yassma, qui a été récemment construit.

En interrogeant les gestionnaires de ces deux hammams, nous avons pu approfondir notre compréhension de leur style architectural, de la disposition des espaces et même de leur fonctionnement général. Nous avons également obtenu des détails précieux sur la consommation d'eau, les systèmes utilisés, ainsi que les problèmes rencontrés dans ces hammams. Ces questionnaires nous ont permis d'identifier clairement nos problématiques et de définir nos objectifs en matière d'architecture, de gestion et d'efficacité énergétique. (Voir l'Annex Page)

3.1.3.2. Observation participante :

Pour notre projet, nous avons opté pour la technique de l'observation participante (Figure 35 Schéma rituel dans le hammam-Source Auteurs, ce qui implique une immersion du chercheur au sein du groupe étudié. En devenant un membre actif du groupe, cette méthode nous permet de participer activement aux activités du hammam et de vivre concrètement les différentes situations qui s'y déroulent. Cela nous offre une compréhension plus approfondie des étapes et de l'utilité de l'espace du hammam.

Dans l'observation participante, il est essentiel de ne pas se contenter d'observer le terrain de manière externe, mais de participer activement aux activités tout en maintenant une attitude objective. C'est pourquoi nous préférons vivre la situation au sein du hammam. Cette approche immersive nous offre une expérience qui permet de mieux appréhender les différentes phases nécessaires pour prendre un bain au hammam.

En utilisant cette méthode, nous avons pu constater trois phases majeures qui sont essentielles lors de la visite d'un hammam.

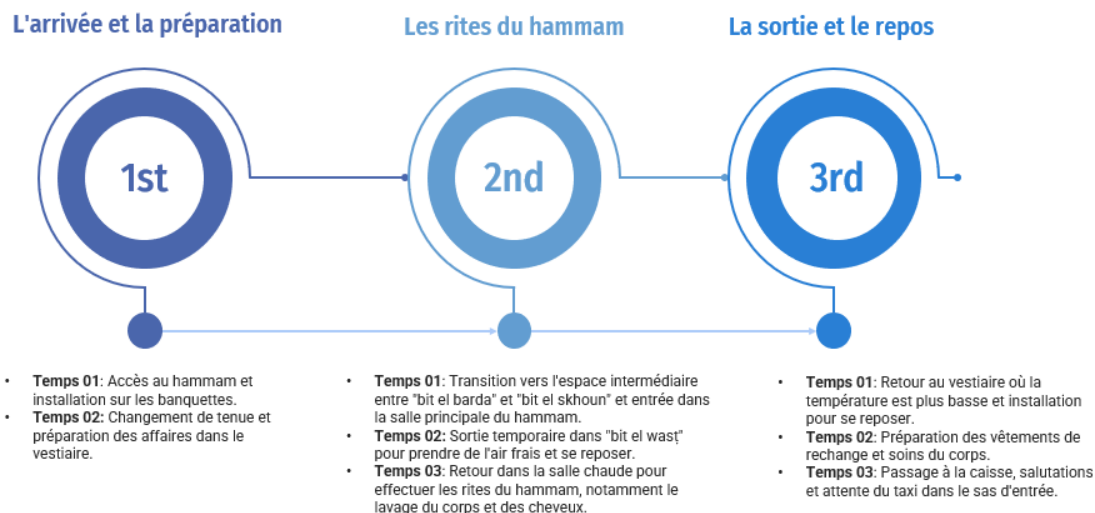


Figure 35 Schéma rituel dans le hammam-Source Auteurs

3.1.4. Approche sensorielle (site) :

L'approche sensorielle est une méthode pragmatique qui permet d'analyser de manière précise les différentes situations urbaines. Elle est connue sous le nom de "méthode des cinq architectes" et a été développée par Ian Bentley, Alan Alcock, Paul Murrari, Sue McGlynn et Graham Smith. Cette méthode a été publiée dans la revue "Responsive Environments" à Londres. Elle s'inspire de l'ancienne méthode des socio-concepteurs, qui vise à ramener la ville à l'échelle humaine en se basant sur la perception individuelle de l'environnement immédiat. Cette approche est une réponse à l'architecture moderne, qui a souvent rompu tout lien social.

L'idée des cinq architectes est de créer un environnement qui offre à ses utilisateurs un cadre démocratique, favorisant ainsi les opportunités de communication et le degré de choix qui leur sont nécessaires et accessibles. Lorsqu'un espace présente cette qualité, on le qualifie de "responsive place ». Cette méthode repose sur la validation d'une série de concepts opérationnels, qui comprennent :

- La perméabilité
- La variété
- La lisibilité
- La polyvalence
- La richesse visuelle
- La justesse visuelle
- La personnalisation

3.1.4.1. La perméabilité

La perméabilité d'un site est une qualité qui se caractérise par le nombre d'options offertes à l'utilisateur pour se déplacer d'un point à un autre. Elle favorise ainsi l'accessibilité dans un espace et se concrétise par une diversité d'accès et de déplacements. Cette perméabilité peut se manifester à la fois de manière visuelle et physique. C'est un processus par lequel un espace doit être ouvert aux passagers, leur permettant de se déplacer d'un point à un autre à travers plusieurs accès clairement définis et visibles.

Pourquoi ?

On a constaté que l'approche sensorielle permet une compréhension approfondie des différentes dimensions de l'environnement urbain, en se basant sur la perception sensorielle des individus. Cette approche met l'accent sur les expériences vécues et les interactions entre les personnes et leur environnement.

En ce qui concerne la perméabilité, nous avons décidé de l'explorer davantage car elle joue un rôle crucial dans l'accessibilité et la connectivité des espaces. La perméabilité physique et visuelle d'un site influence la façon dont les individus se déplacent et se dirigent à travers cet espace. Une bonne perméabilité peut faciliter les flux de circulation, encourager l'exploration et contribuer à une expérience positive des utilisateurs. L'adoption de cette approche nous permettra d'acquérir une compréhension approfondie de la manière dont les caractéristiques sensorielles et la facilité de déplacement dans un espace peuvent influencer l'expérience des utilisateurs. Cela contribuera à favoriser la communication, à offrir des options pertinentes et accessibles, et à améliorer leur expérience globale

❖ **La perméabilité physique :**

La perméabilité physique se manifeste principalement au niveau des entrées, que ce soit des bâtiments ou des espaces extérieurs tels que des jardins. Elle contribue à enrichir le caractère spatial de l'endroit, et le traitement des entrées joue un rôle essentiel dans la perception globale de l'espace. Il est primordial que l'utilisateur perçoive ces entrées comme accueillantes, "pénétrables" et perméables, de manière à créer une sensation d'ouverture et d'accessibilité.

❖ **La perméabilité Visuelle :**

La perméabilité visuelle est un concept qui facilite l'orientation et la navigation vers les espaces souhaités. Elle contribue à enrichir l'espace sur le plan sensoriel, que ce soit dans un contexte public ou privé. Cependant, il est important de trouver un équilibre et de ne pas avoir un niveau de perméabilité visuelle trop élevé, car cela pourrait entraîner une confusion excessive

Partie IV : CONCEPTUALISATION

IV. PRESENTATION DU CONTEXTE

4.1. Présentation de la wilaya de Mostaganem :

La wilaya de Mostaganem appartient à l'ensemble régional ouest du pays, frange littorale accessible, dynamique, par son activité touristique et commerciale dans toutes ces formes. La wilaya de Mostaganem est située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 km. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 365 km à l'Ouest de la capitale, Alger, La wilaya s'étend sur une superficie de 2 269 km².

La wilaya de Mostaganem est limitée :

- A l'Est par les Wilayas de Chlef et Relizane
- Au Sud par les Wilayas de Mascara et Relizane
- A l'Ouest par les Wilayas d'Oran et Mascara
- Au Nord par la Mer Méditerranée.

4.2. Situation de la zone d'étude dans la ville :

La zone d'étude (Figure 36 Carte de situation de la zone d'étude-Source Auteurs est située au nord de la ville de Mostaganem loin de centre-ville de 4km inséré dans la nouvelle extension de la ville.

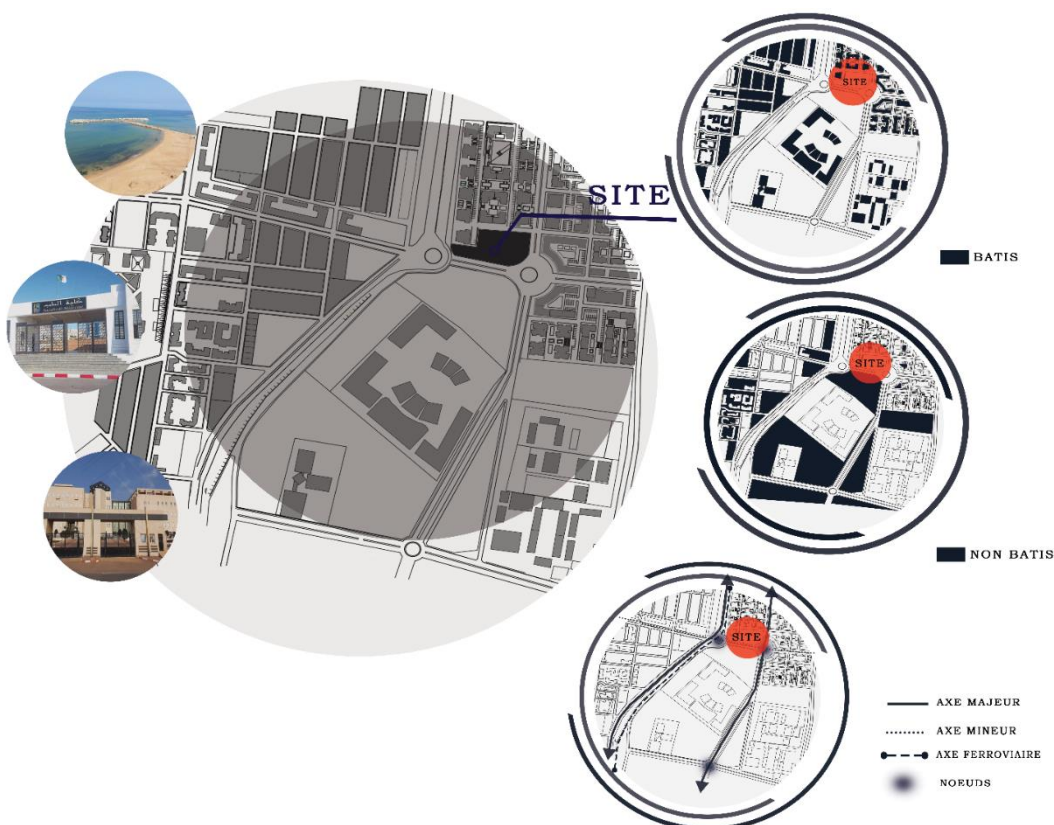


Figure 36 Carte de situation de la zone d'étude-Source Auteurs

4.3. Accessibilité :

Notre site bénéficie d'une accessibilité facile grâce à la présence de plusieurs axes importants (Figure 37 Carte d'accessibilité de la zone d'étude-Source Auteurs. Tout d'abord, nous avons la route nationale N11 qui relie le centre-ville à la zone de Kharrouba, qui est

considérée comme une nouvelle extension. Cette route comporte deux voies pour la circulation aller et retour. De plus, une ligne ferroviaire de tramway traverse également la zone, ce qui offre une alternative de transport pratique.

Un autre axe important relie la partie supérieure de Kharrouba à Tidjditt, Castor et même au centre-ville. Cette nouvelle voie constitue un ajout significatif à l'accessibilité de la zone. De plus, une voie périphérique relie la partie supérieure de Kharrouba à Sidi Majdoub. Cette voie permet de contourner les zones congestionnées et offre une alternative pour rejoindre notre site.

Grâce à ces différents axes, notre zone d'étude bénéficie de trois principaux points d'accès :

- Accessibilité à partir du centre-ville : Les résidents et les visiteurs peuvent facilement rejoindre notre site en empruntant la route nationale N11 depuis le centre-ville.
- Accessibilité à partir de la voie périphérique : La voie périphérique offre un accès direct à notre site depuis la partie supérieure de Kharrouba et de Sidi Majdoub.
- Accessibilité à partir de la N11 : La présence de la route nationale N11 permet également une accessibilité directe depuis d'autres régions en dehors du centre-ville.

Ces différentes options d'accès offrent aux utilisateurs plusieurs choix pour atteindre notre site, ce qui facilite leur mobilité et renforce l'accessibilité globale de la zone de Kharrouba à Mostaganem.

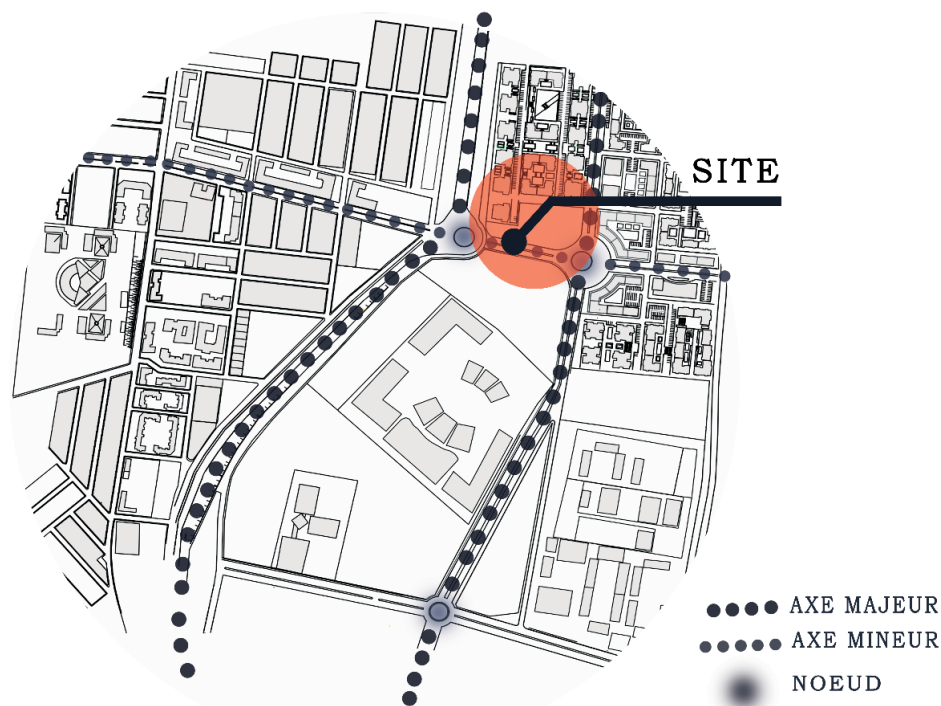


Figure 37 Carte d'accessibilité de la zone d'étude-Source Auteurs

4.4. Perméabilité physique :

4.4.1. Les Voies et Les nœud :

Les voies existantes, en particulier la N11 menant vers le centre-ville et son prolongement vers la voie périphérique, constituent des limites réelles en raison de leur trafic dense en raison de la présence d'importants équipements tels que la Faculté de médecine, l'hôpital CHU et les nouvelles résidences de Reaprom. En revanche, les rues séparant le site du quartier résidentiel environnant sont moins fréquentées.

Le terrain bénéficie de trois entrées pour les véhicules et de deux accès pour les piétons. De plus, il est situé à proximité de la ligne de tramway, ce qui facilite davantage l'accès au site.

En ce qui concerne les transports en commun, le site est bien desservi par des lignes de bus, des taxis et même la ligne de tramway. Cela offre aux résidents et aux visiteurs différentes options pour se déplacer dans la région.

Cependant, la lisibilité du terrain est actuellement perturbée par une barrière physique (Figure 38 Carte des voies et nœud de la zone d'étude-Source d'auteurs représentée par la hauteur des bâtiments environnants. Cela réduit la valeur paysagère du terrain et peut rendre sa localisation moins évidente pour les personnes qui s'y rendent.

En résumé, bien que le terrain bénéficie de plusieurs accès mécaniques et piétons, les voies existantes, en particulier la N11 et son prolongement, ainsi que la présence de bâtiments environnants de grande hauteur, peuvent représenter des défis en termes de circulation et de lisibilité. Cependant, la proximité de la ligne de tramway et la bonne desserte en transports en commun sont des atouts pour faciliter l'accessibilité au site.

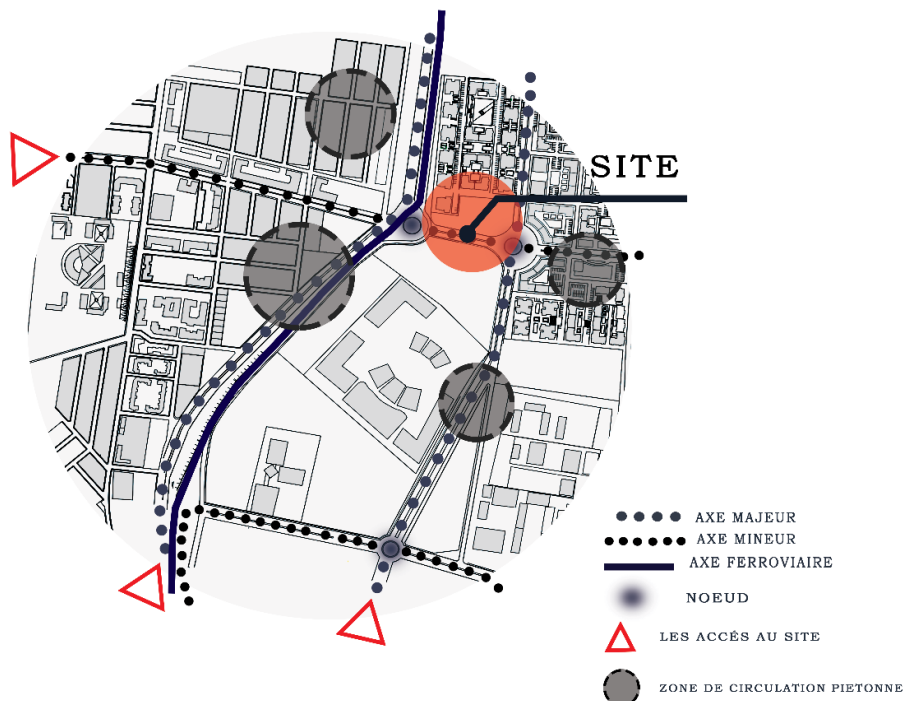


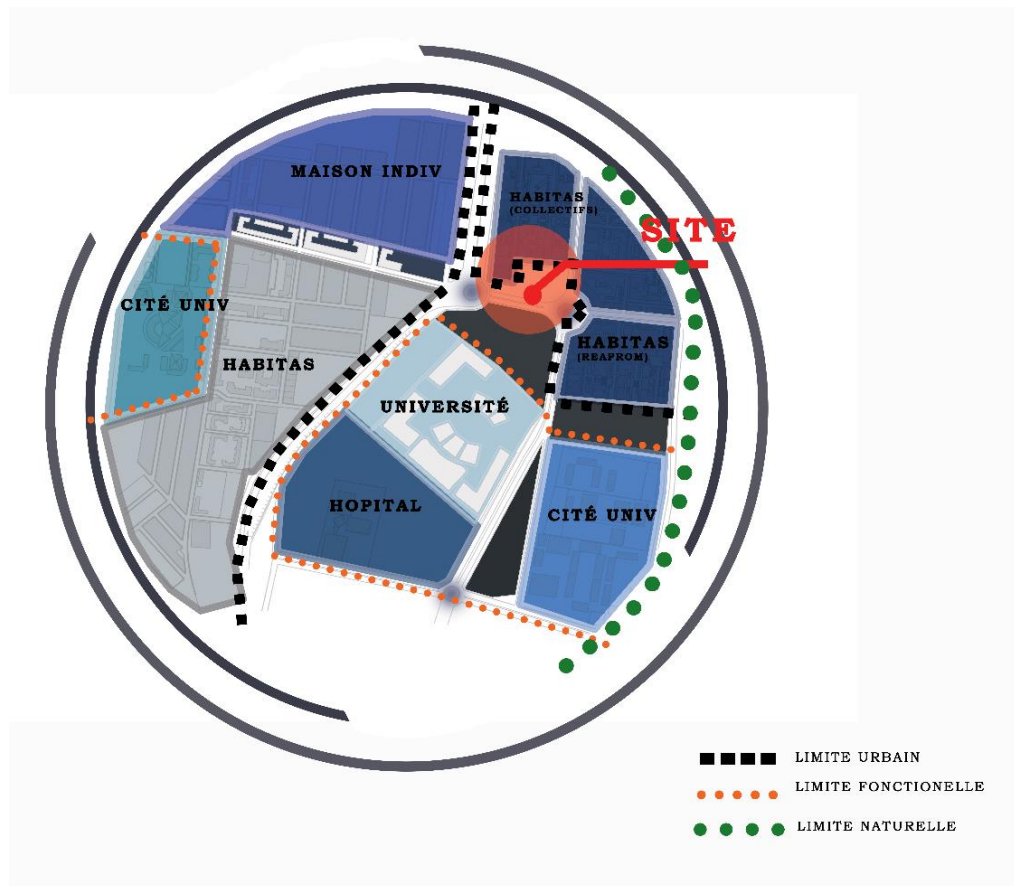
Figure 38 Carte des voies et nœud de la zone d'étude-Source d'auteurs

4.4.2. Les limites :

Dans notre zone d'étude, nous identifions trois types de limites (Figure 39 Carte des limites de la zone d'étude-Source Auteurs. Tout d'abord, nous avons une limite urbaine qui

sépare notre site de l'extension urbaine, comprenant des habitats collectifs, semi-collectifs et individuels. Ensuite, nous avons une limite fonctionnelle qui met en évidence les différentes fonctions présentes dans notre zone d'étude, telles que l'université, la cité universitaire et l'hôpital CHU. Enfin, nous avons une limite naturelle qui sépare la zone d'étude de la forêt située dans la partie supérieure.

Cette étude nous permet de mieux comprendre les différentes limites qui définissent notre zone d'étude, à la fois d'un point de vue urbain, fonctionnel et naturel.



4.5. Perméabilité visuelle :

La perméabilité visuelle dans notre site à Kharrouba est un aspect important à considérer dans l'aménagement de l'espace. Il s'agit de la capacité des différents éléments de permettre la vision à travers eux (Figure 40 Carte de perméabilité visuelle dans notre zone d'étude-Source Auteurs, créant ainsi une connexion visuelle entre les différents espaces.

Dans notre zone d'étude nous avons la chance de bénéficier de percées visuelles sur la mer. Ces vues dégagées offrent une connexion directe avec l'environnement marin et ajoutent une dimension esthétique et attrayante à notre site.

Pour mettre en valeur ces percées visuelles, il est important de planifier judicieusement l'aménagement du site. Cela peut inclure la création de points de vue stratégiques, l'orientation des bâtiments et des espaces publics pour maximiser les vues sur la mer.

Aussi au but d'intégrés à cette extension urbaine, nous avons la possibilité de concevoir des espaces qui s'intègrent de manière cohérente dans le tissu urbain environnant. Cela nous permet de planifier des aménagements qui favorisent la connectivité entre les différents quartiers et espaces publics, en offrant aux résidents et aux visiteurs des itinéraires fluides et agréables.

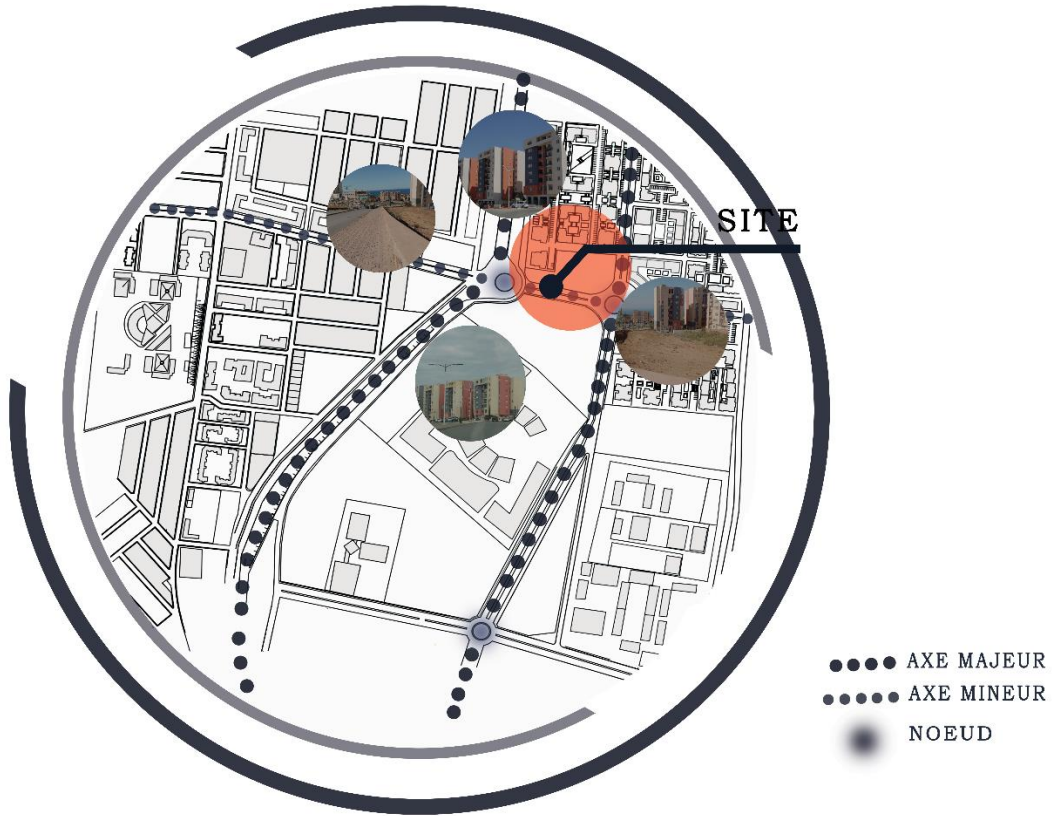
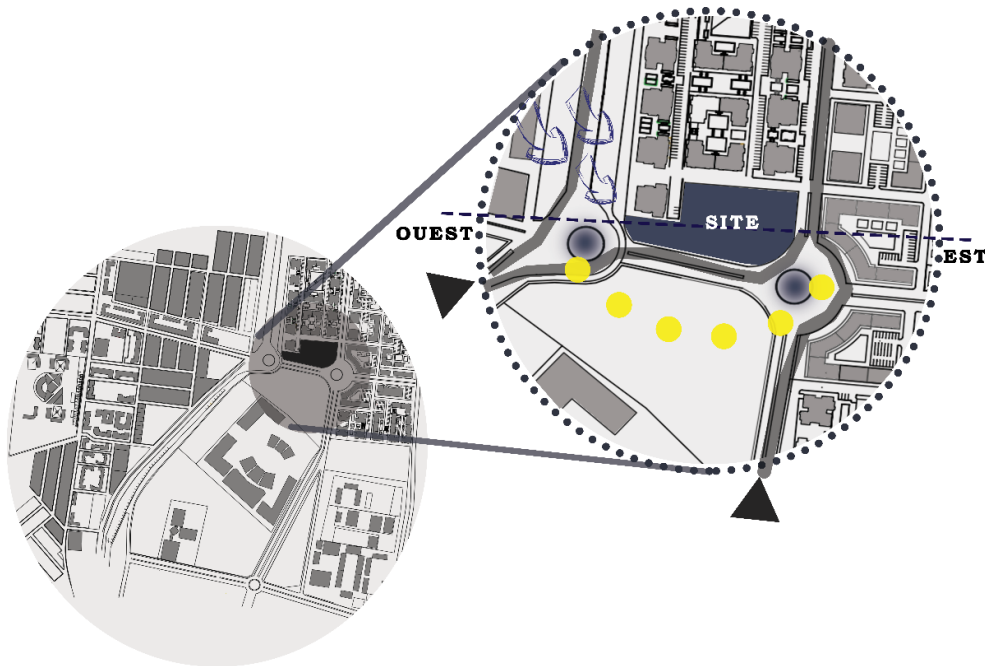


Figure 40 Carte de perméabilité visuelle dans notre zone d'étude-Source Auteurs

4.6. Analyse de site

Figure 41 Carte de zone primitive-Source Auteurs



- Surface de terrain : 1300 m²
- Pente de 7m

Le terrain est limité par trois voies se trouvant dans des axes de vie : ces deux-là parallèles sont à forte circulation, qu'elle soit piétonne ou mécanique, à cause du chemin du tramway et de la succession de résidences (en haut) et une autre à faible circulation, celle qui les relie. Concevoir le hammam à cet endroit précis permettra donc, de ramener un peu plus de mouvement.

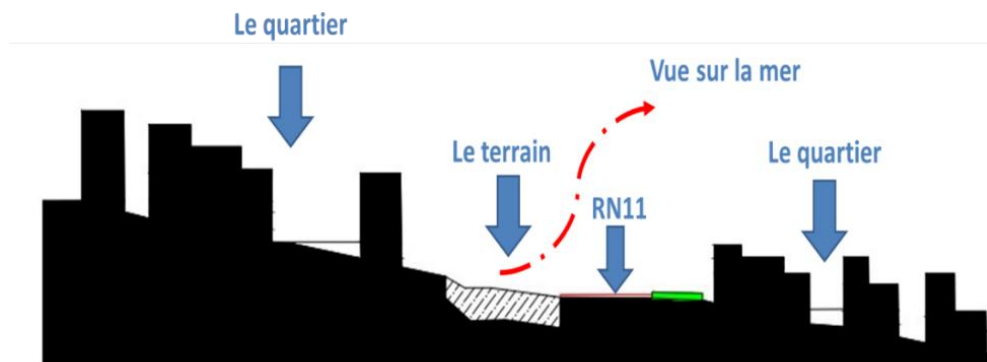


Figure 42 Schéma de zone d'opération-Source Auteurs

4.7. Les données climatiques

4.7.1. TEMPERATURE :

Le climat de Mostaganem est de type méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs, ainsi que des hivers doux et humides. Cependant, il est important de noter que les conditions météorologiques peuvent varier d'une année à l'autre.

Pour notre zone Kharrouba pendant les mois d'été, de juin à septembre, les températures à Kharrouba peuvent atteindre des niveaux élevés (Figure 43 Graphe : la température dans la zone d'étude Source Auteurs, avec des moyennes diurnes allant de 28°C à 35°C. Les températures les plus élevées sont généralement enregistrées en juillet et en août.

Les hivers, quant à eux, sont doux à Kharrouba, avec des températures moyennes diurnes oscillant entre 15°C et 20°C. Les mois les plus froids sont décembre et janvier.

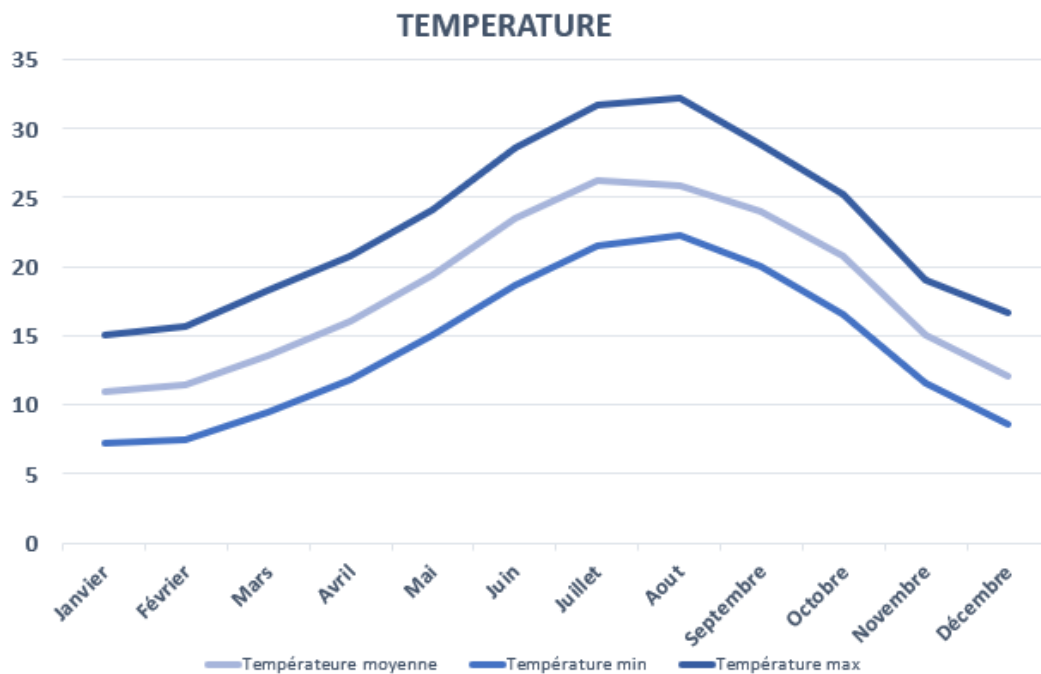


Figure 43 Graphe : la température dans la zone d'étude Source Auteurs

4.7.2. HEURES DE SOLEIL :

En général, Kharrouba devrait bénéficier d'un ensoleillement généreux tout au long de l'année (Figure 44 Graphe : l'ensoleillement dans la zone d'étude Source Auteurs, avec des heures de soleil plus longues pendant les mois d'été et des heures d'ensoleillement légèrement réduites pendant les mois d'hiver.

De juin à août, Kharrouba connaît une période d'ensoleillement prolongée. En moyenne, on peut s'attendre à environ 11 à 12 heures de soleil par jour pendant cette période.

De décembre à février, les heures de soleil sont légèrement réduites, avec une moyenne de 6 à 7 heures par jour.

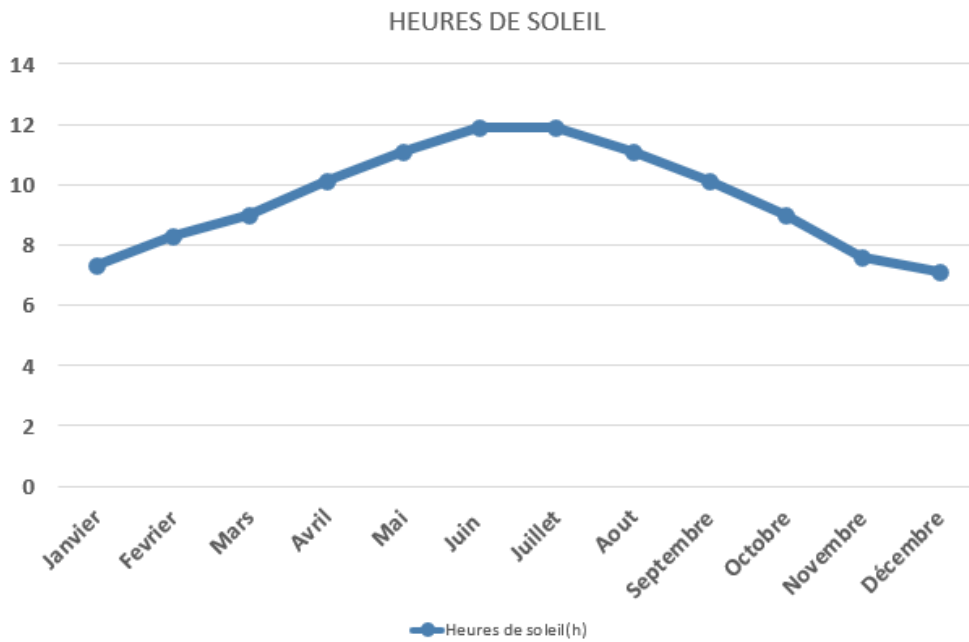


Figure 44 Graphe : l'ensoleillement dans la zone d'étude Source Auteurs

4.7.3. PRECIPITATIONS :

Kharrouba bénéficie d'une pluviométrie modérée (Figure 45 Graphe : Précipitation dans la zone d'étude Source Auteurs, avec des précipitations principalement concentrées entre les mois de novembre et de mars. Les mois de décembre et janvier sont généralement les plus pluvieux. En moyenne, on enregistre jusqu'à 35 mm de précipitations chaque année à Kharrouba. Une différence de 73 mm est observée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. De plus, sur l'ensemble de l'année, une variation de 16.0 °C est constatée en termes de températures.

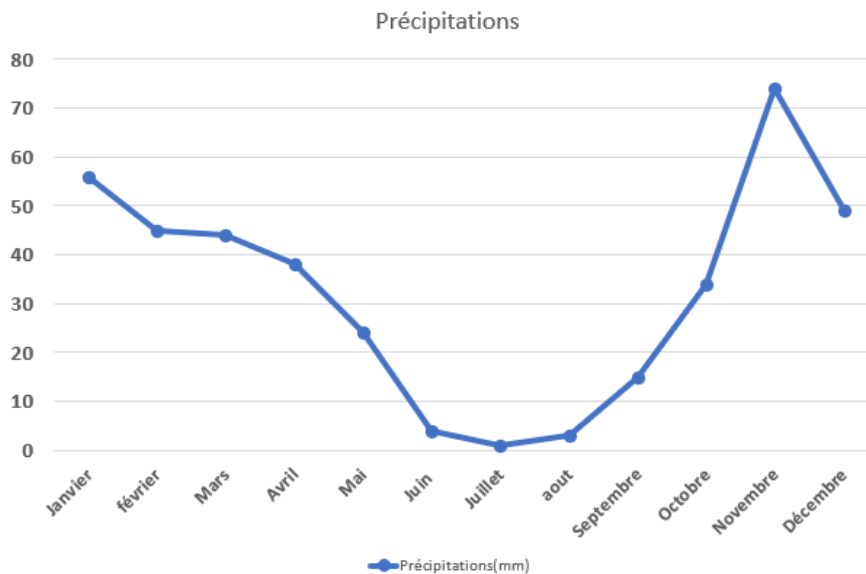


Figure 45 Graphe : Précipitation dans la zone d'étude Source Auteurs

4.7.4. HUMIDITE :

En Juillet, la valeur la plus basse de l'humidité relative est enregistrée (Figure 46 Humidité dans la zone d'étude-Source hauteurs, atteignant 62,00 %. Cela signifie que l'air est relativement sec pendant cette période. En revanche, en Janvier, l'humidité relative est la plus élevée, atteignant 77,70 %. Cela indique une atmosphère plus humide pendant cette période.

En ce qui concerne les jours de pluie, en moyenne, le mois de Juillet enregistre le moins de jours pluvieux, avec seulement 0,13 jours de pluie en moyenne. Par contre, le mois de Novembre compte le plus grand nombre de jours pluvieux, avec une moyenne de 9,20 jours de pluie. Cela suggère que Novembre est généralement un mois plus pluvieux, tandis que Juillet est plus sec avec moins de précipitations.

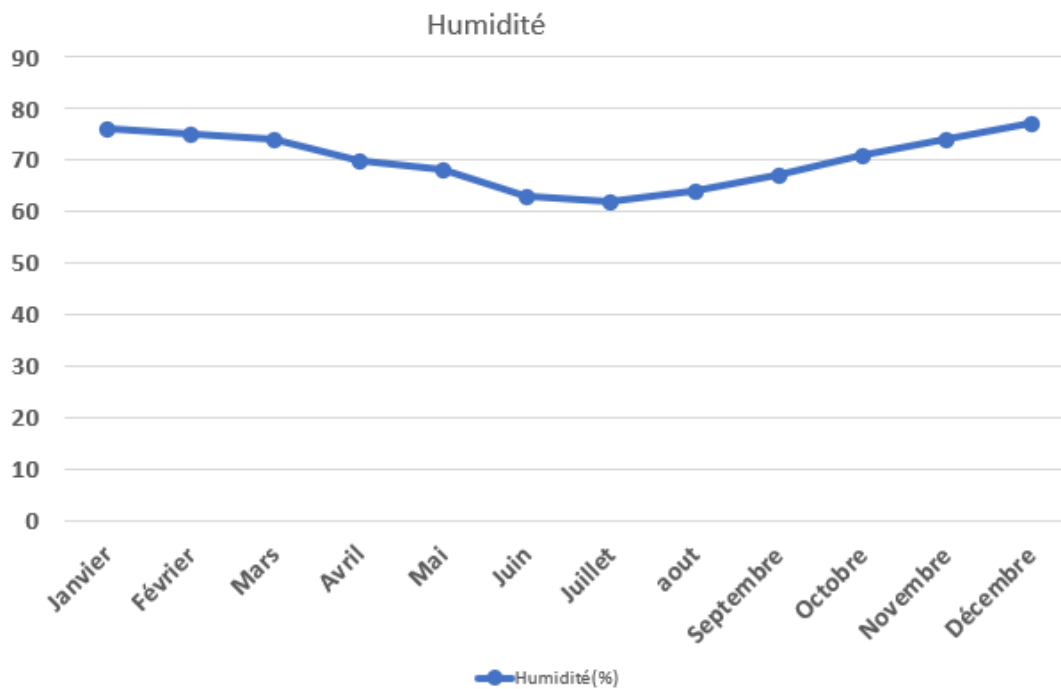


Figure 46 Humidité dans la zone d'étude-Source hauteurs

4.7.5. LES VENTS DOMINANTS :

Selon les informations disponibles, il est prévu que la force du vent dans la zone de Kharrouba à Mostaganem tourne autour de 11 km/h. L'orientation du vent devrait être principalement de l'Est.

4.7.6. La disponibilité des eaux sous terrain :

La zone de Kharrouba à Mostaganem présente une disponibilité d'eaux souterraines (Figure 47 Plan contrainte naturelles (eau souterrain) -Source PDEAU. Les ressources en eau souterraine dans cette région offrent une source potentielle d'approvisionnement en eau pour divers besoins, tels que l'irrigation, l'approvisionnement en eau potable et l'utilisation industrielle. Les caractéristiques géologiques de la zone de Kharrouba peuvent influencer la quantité et la qualité des eaux souterraines disponible

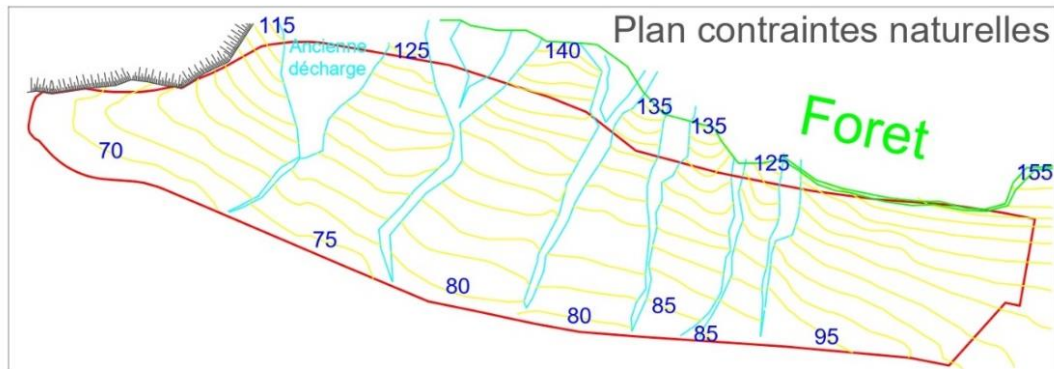


Figure 47 Plan contrainte naturelles (eau souterrain) -Source PDEAU

4.8. Synthèse

Accessibilité facile

Notre site bénéficie d'une accessibilité facile grâce à la présence de plusieurs axes importants

01

La morphologie du terrain

Cette caractéristique peut offrir des opportunités intéressantes pour la conception et l'aménagement du site

03

Ensoleillement généreux

Kharrouba bénéficie d'un ensoleillement généreux tout au long de l'année qui va nous permet d'exploiter cette ressource

05

Possibilité d'intégration dans l'extension urbaine

la connectivité entre les différents quartiers et espaces publics, offrant des itinéraires fluides et agréables aux résidents et aux visiteurs.

02

Percées visuelles sur la mer

La connexion directe avec l'environnement marin. Ces vues dégagées ajoutent une dimension esthétique et attrayante à notre site.

04

Figure 48 Carte de site-Source Auteurs

Partie V : CONCEPTION DU PROJET

Carte de paradigme :

Figure 49 Carte de paradigme-Source Auteurs



5.1. Approche architecturale

5.1.1. Plan masse

Le hammam que nous avons conçu occupe une surface totale de 1300 m², dont 1090 m² sont dédiés à l'espace du hammam lui-même (Figure 50 Plan masse-Source Auteurs). La toiture de notre hammam présente une forme fluide qui englobe l'ensemble de la structure, permettant ainsi aux panneaux solaires de bénéficier d'un ensoleillement maximal. De plus, nous avons pris en compte les concepts clés du hammam et cherché à intégrer harmonieusement l'établissement dans son contexte urbain. Pour cela, nous avons établi une liaison avec une mosquée voisine, créant ainsi des parcours permettant aux visiteurs de profiter de la pente naturelle du terrain. Des plates-formes en gradins avec des escaliers légers ont été aménagées pour faciliter la circulation. Par ailleurs, nous avons ajouté des éléments végétaux et minéraux pour offrir une ambiance agréable aux visiteurs, favorisant ainsi une expérience relaxante et apaisante.

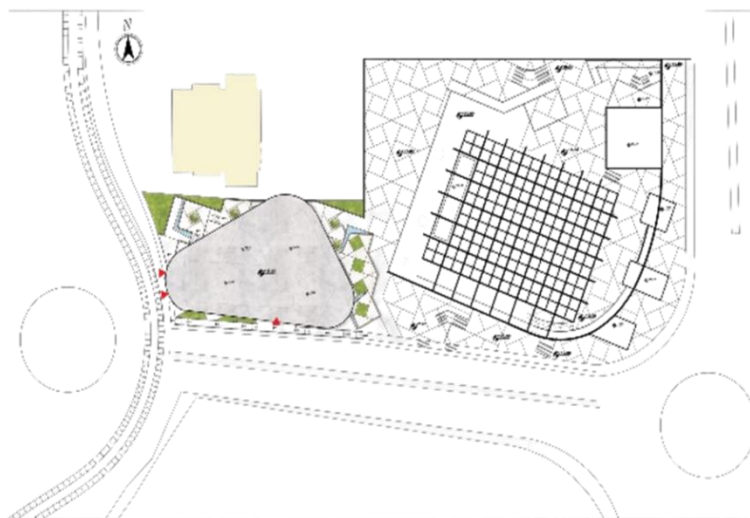


Figure 50 Plan masse-Source Auteurs

La réflexion des parcours extérieurs s'est faite autour d'un motif arabe (Figure 51 Schéma de motif arabe-Source Auteurs, module initial au tracé géométrique, plus tard dérivé à 20° parallèlement au hammam pour dégager l'entrée principale et orienter l'utilisateur dans l'espace.

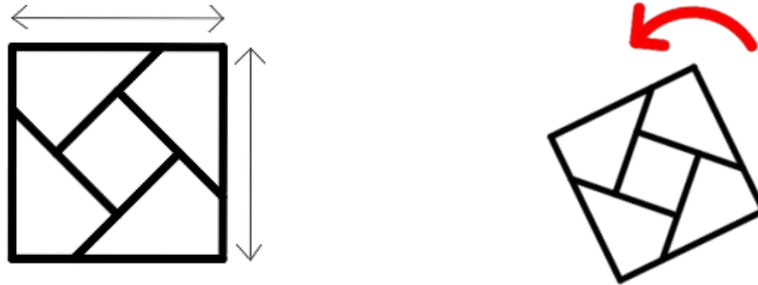


Figure 51 Schéma de motif arabe-Source Auteurs

5.1.2. Schémas de principe

- Créer des plateformes à partir de la topographie du terrain
- Reprendre la forme du terrain
- La diviser en modules de 8*8 m
- Répéter le volume avec une rotation de 160°
- Insérer le hammam à proprement dit dans un module *3 plus grand que le module initial
- Insérer le volume dans sa diagonale
- Décaler le volume frontal vers l'avant
- Pour faciliter l'accès parallèlement aux limites du terrain
- Trois volumes indépendants aux fonctions complémentaires
- Extruder les volumes avec celui contenant le hammam plus dominant.
- Extruder les plateformes pour dégager l'accès aux différents espaces
- Ajout d'une toiture intelligente avec Solar trackers
- Emploi d'une structure métallique pour maintenir le toit

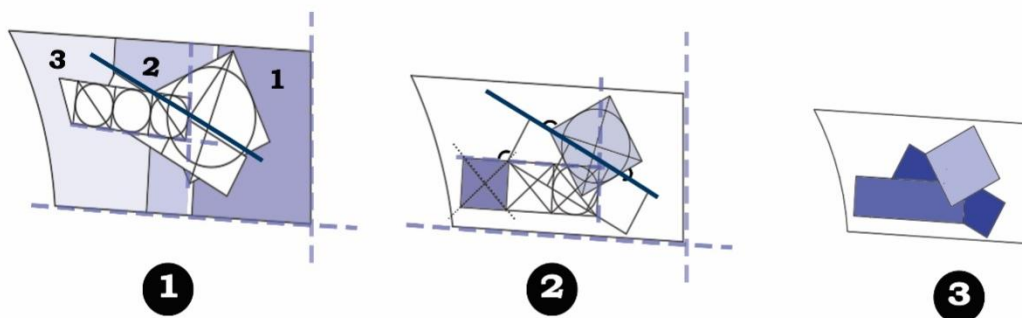


Figure 52 Schéma de principe 2D-Source Auteurs

La forme irrégulière du terrain avec sa pente de 7m, nous a incité à diviser me terrain en 3 fragments, créant des plateformes extérieures pour des parcours en gradation et multipliant les accès vers les différents volumes. Après quoi nous avons repris la forme initiale du terrain pour la diviser en 3 modules de 8*8 m, un second volume a été ajouté avec une orientation de 160° c'est celui des dortoirs, puis un troisième, réservé à bit el-skhouna, trois fois plus grand que le premier.

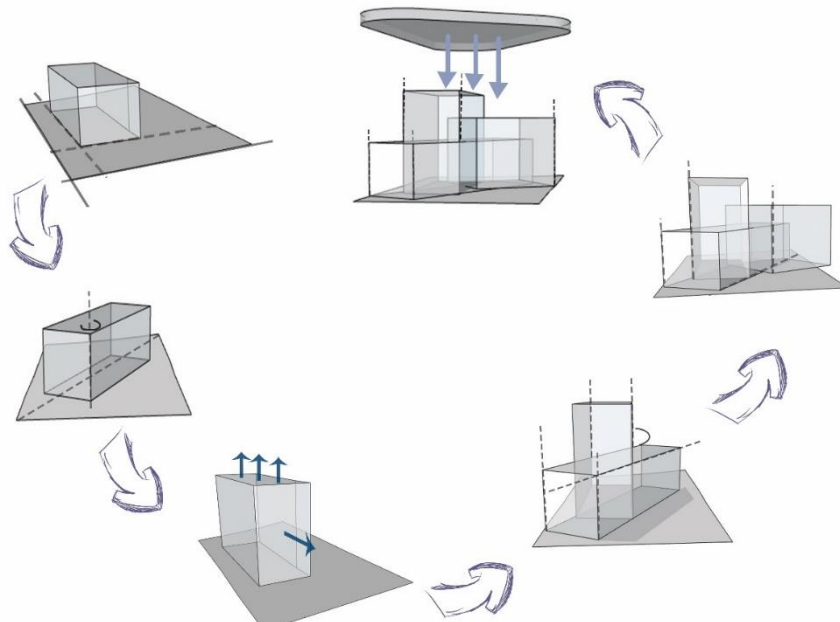


Figure 53 Schéma de principe 3D-Source Auteurs

Des rectifications ont été nécessaires dont l'insertion du second volume dans sa diagonale, et le décalage du premier pour rapprocher l'accès. Le résultat était trois volumes indépendants aux fonctions complémentaires, qu'on a extrudées avec la hauteur la plus dominante : la salle chaude. Enfin, nous avons ajouté une toiture intelligente contenant les Solar trackers et jouant le rôle de couverture pour les appareils techniques. Cette dernière est maintenue par une structure métallique

Les plans :

Le hammam est aménagé sur trois niveaux distincts. Au niveau des locaux techniques, les eaux du hammam sont traitées par le système Hydraloop H600. Elles sont ensuite acheminées vers la chaudière pour être chauffées et distribuées dans tout le hammam. Les eaux vannes, quant à elles, suivent un réseau séparé afin d'être traitées spécifiquement et utilisées pour l'irrigation des espaces verts. À proximité, nous avons installé un poste transformateur pour gérer l'énergie solaire captée par les panneaux solaires installés sur le toit. De plus, un atelier dédié au personnel de maintenance est également prévu pour assurer le bon fonctionnement et l'entretien des équipements



Figure 54 Plan sous-sol Source Auteurs

Le hammam a une capacité de réception de 38 personnes, en alternant entre les hommes et les femmes. L'accès principal à l'équipement se fait par le niveau 4m et même si le parcours reste le même, à savoir succession de salle froide, salle tiède au niveau 5.50 et puis salle chaude. L'espace coiffure est séparé, par l'espace et l'accès, ainsi les hommes accéderont à ce niveau et les femmes de l'intérieur ou de l'extérieur à 5.50 m.



Figure 55 Accédé au Hammam-Source Auteurs

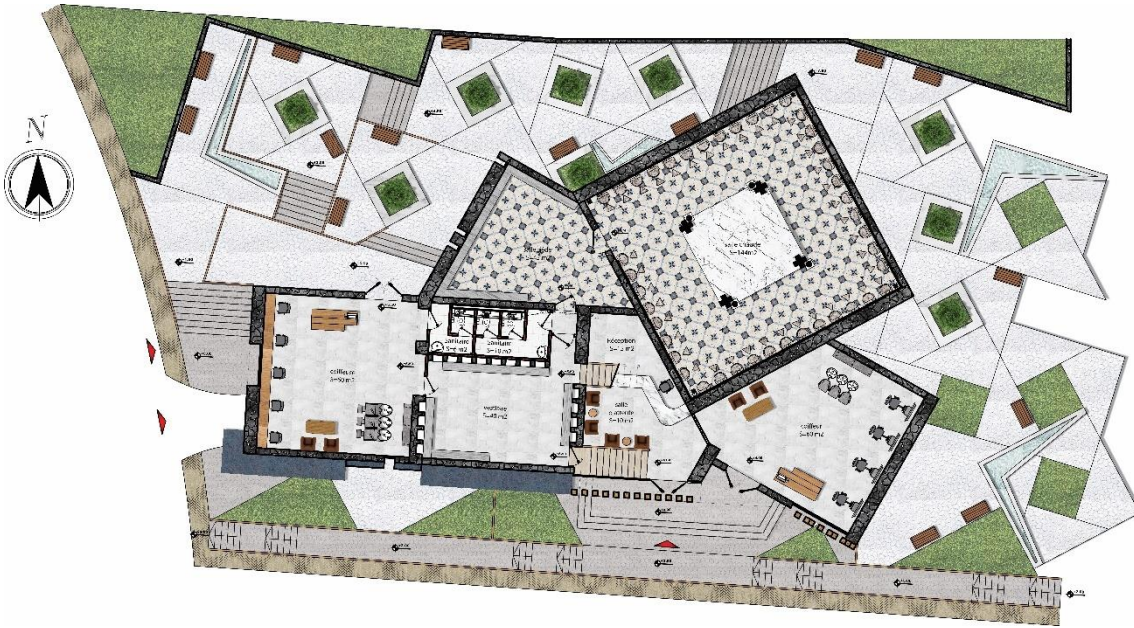


Figure 56 Plan Niveau +3.50-Source Auteurs

Figure 57 la salle froide (vestiaire) du hammam-Source Auteurs



Figure 58 la salle tiède- Source Auteurs





Figure 59 a salle chaude du hammam-Source Auteurs

Des dortoirs sont ensuite mis en place au niveau 8m pour un maximum d'exploitation spatiale et donc de bénéfice

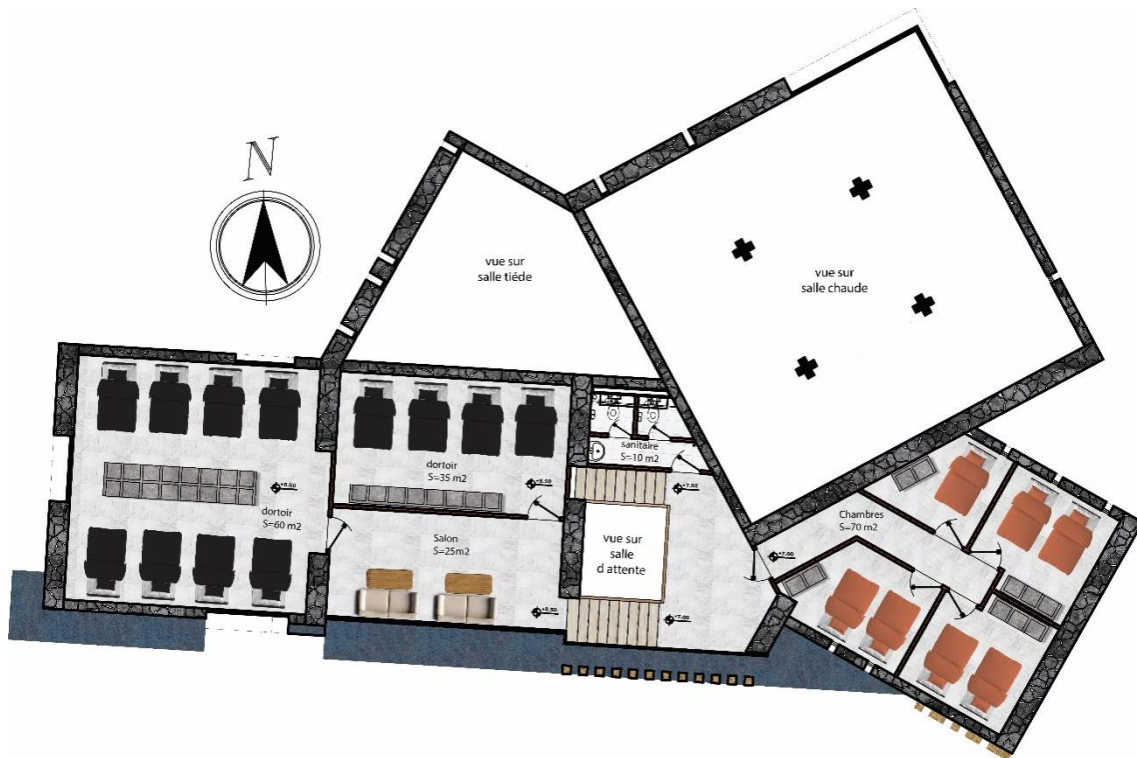


Figure 60 Plan d'étage-Source Auteurs

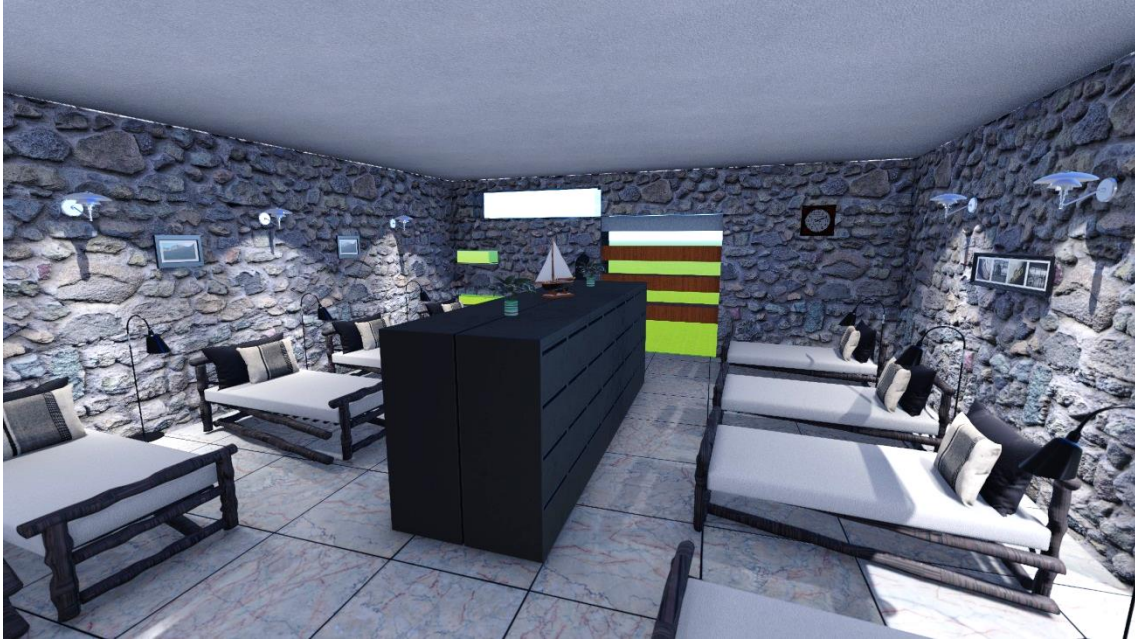


Figure 61 Dortoir du hammam-source Auteurs

5.1.4. Traitement des façades :

Dans notre approche de traitement des façades, nous avons accordé une grande importance à la salle chaude du hammam en lui dédiant un volume spécifique. Ce volume se distingue par sa hauteur imposante, créant ainsi une atmosphère intérieure plus enveloppante. Les ouvertures de la salle chaude sont conçues de manière plus discrète, tenant compte de l'intimité et de la tranquillité requises dans cet espace de détente.

Pour les autres volumes du hammam, nous avons opté pour des ouvertures plus abondantes, à la fois verticales et horizontales, afin de favoriser la ventilation naturelle et d'offrir des vues sur l'environnement extérieur. Ces ouvertures sont rythmées et harmonieusement agencées, créant ainsi un jeu de lumière et d'ombres intéressant à l'intérieur des espaces. L'utilisation du bois est également un élément essentiel dans notre traitement des façades. Nous avons incorporé des éléments en bois avec un module de 0,25 mètre, ou parfois en les multipliant par deux ou trois, s'inspirant ainsi de l'architecture des casbahs d'Alger. Cette utilisation du bois apporte chaleur, texture et une touche d'authenticité à l'esthétique globale du hammam.

Enfin, la présence de la pierre de champs contribue à donner une dimension spéciale à notre projet. La palette de couleurs sombres de la pierre crée un contraste intéressant avec les autres matériaux utilisés, tout en évoquant l'architecture caractéristique de Mario Botta. Cette combinaison de matériaux et de choix architecturaux crée une harmonie visuelle, tout en préservant l'identité du hammam et en lui conférant une esthétique unique et accueillante.

5.1.5. Choix de matériaux

La pierre naturelle est un matériau précieux et polyvalent, qui présente de nombreux avantages dans la construction de hammams. Elle est réputée pour sa durabilité, sa résistance à la chaleur et à l'humidité, ce qui en fait un choix idéal pour les environnements chauds et humides des hammams. Outre leur aspect esthétique, les pierres naturelles utilisées dans les

hammams offrent des bienfaits fonctionnels. Elles conservent la chaleur, ce qui contribue à maintenir une température constante dans les bains, favorisant ainsi la relaxation et la détente. La pierre naturelle possède également des propriétés naturelles antibactériennes, ce qui en fait un choix hygiénique pour les environnements humides.

5.1.5.1. Le choix pour les murs extérieur de 60cm et 30cm

❖ **Pierre des champs :**

La "pierre des champs" fait référence à des pierres naturelles brutes ou partiellement travaillées, qui sont utilisées pour créer des murs de soutènement, des clôtures, des cheminées, des allées ou des éléments décoratifs dans les espaces extérieurs (Figure 62 Schéma mur en pierre des champs-Source Auteurs. Ces pierres présentent souvent des formes irrégulières et une surface rugueuse, donnant ainsi une apparence rustique et naturelle aux constructions. La "pierre des champs" peut être extraite localement dans les régions où elle est utilisée, ce qui ajoute une dimension supplémentaire d'authenticité et de lien avec l'environnement local. Elle peut être composée de différents types de roches, tels que le grès, le calcaire, le schiste ou le granit, en fonction de la géologie de la région.

L'utilisation de la "pierre des champs" dans les projets de construction ou d'aménagement paysager offre des avantages esthétiques, car elle confère une ambiance naturelle et rurale à l'environnement. Elle peut également offrir des propriétés fonctionnelles, comme la résistance à l'érosion et aux intempéries, en raison de sa robustesse naturelle.

• **Quelle épaisseur pour un mur en pierre ?**

Comme la pierre des champs est généralement brute ou partiellement travaillée, elle peut avoir des formes irrégulières et des tailles variables. Les dimensions spécifiques dépendront de la taille et de la forme des pierres extraites localement. L'épaisseur de la pierre des champs utilisée dans la construction en Algérie peut varier en fonction de l'application spécifique. Pour les murs en pierre, l'épaisseur peut aller de quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres. Les pierres plus épaisses sont souvent utilisées pour des murs de soutènement ou des structures plus robustes, tandis que des pierres plus fines peuvent être utilisées pour des applications plus décoratives.

• **Quelle méthode utiliser pour la construction de mur en pierre des champs ?**

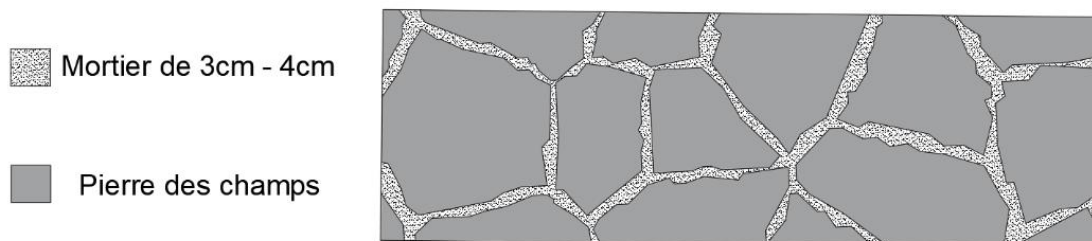
Les méthodes de construction avec la pierre des champs en Algérie peuvent inclure différentes techniques traditionnelles. L'une des méthodes courantes est la construction à sec, où les pierres sont empilées les unes sur les autres sans utiliser de mortier. Les pierres sont soigneusement sélectionnées et disposées de manière à assurer la stabilité et la solidité de la structure. Dans d'autres cas, un mortier à base de ciment peut être utilisé pour lier les pierres ensemble.

• **Comment protéger un mur en pierre des champs ?**

Pour utiliser la pierre des champs dans un environnement chaud et humide comme un hammam, il est essentiel de lui appliquer un traitement spécial afin de la protéger et de garantir sa durabilité.

- **Peinture anti-humidité** : Une peinture anti-humidité est conçue pour empêcher la pénétration de l'humidité à travers les murs. Elle crée une barrière protectrice qui aide à empêcher l'eau de s'infiltrer dans la pierre des champs.
- **Enduit hydrofuge** : Un enduit hydrofuge est un revêtement qui repousse l'eau et empêche son absorption par la pierre des champs. Il forme une barrière imperméable qui protège le mur de l'humidité. Avant d'appliquer l'enduit hydrofuge, il est important de nettoyer et de préparer correctement la surface du mur.
- **Enduit anti-humidité** : Un enduit anti-humidité est spécialement conçu pour traiter les problèmes d'humidité dans les murs. Il aide à sceller les fissures et les pores de la pierre des champs, réduisant ainsi la pénétration de l'eau. Avant d'appliquer l'enduit anti-humidité, il est important de préparer soigneusement la surface en nettoyant et en réparant les zones.

Figure 62 Schéma mur en pierre des champs-Source Auteurs



5.1.5.2. Le choix pour le mur intérieur de 10cm

❖ Le brique réfractaire :

• Qu'est-ce qu'une brique réfractaire ?

Un matériau de construction spécialement conçu pour résister à des températures élevées, aux contraintes thermiques et à d'autres conditions extrêmes. La composition des briques réfractaires les rend capables de résister à des températures très élevées sans se déformer, se fissurer ou se détériorer. Elles sont fabriquées à partir de matériaux réfractaires, tels que des argiles spéciales, des mélanges d'argiles et de minéraux, ou des mélanges d'oxydes métalliques.

En Algérie, les briques réfractaires sont également largement utilisées dans diverses applications industrielles et domestiques (Figure 63 Schéma mur en briques réfractaires-Source Auteurs). L'Algérie dispose de ressources minérales importantes qui permettent la fabrication de briques réfractaires de qualité. Plusieurs usines en Algérie se spécialisent dans la fabrication de briques réfractaires. Elles utilisent des techniques de production avancées pour obtenir des briques réfractaires de haute qualité adaptées aux besoins spécifiques des clients.

• Les caractéristiques des briques réfractaires

Les briques réfractaires présentent plusieurs caractéristiques qui les rendent adaptées aux applications à haute température. Les principales caractéristiques des briques réfractaires :

Résistance à la chaleur : Les briques réfractaires sont conçues pour résister à des températures élevées. Elles peuvent supporter des températures allant de 1 000 °C à plus de 1 800 °C, selon le type de brique et sa composition.

Résistance aux chocs thermiques : Les briques réfractaires sont capables de résister aux changements rapides de température sans ne se fissurer ni se déformer. Elles sont formulées pour absorber et dissiper la chaleur de manière uniforme, ce qui les rend résistantes aux chocs thermiques.

Faible conductivité thermique : Les briques réfractaires ont une faible conductivité thermique, ce qui signifie qu'elles sont capables d'isoler la chaleur et de réduire les pertes thermiques. Cela permet de maintenir une température constante à l'intérieur des structures où les briques réfractaires sont utilisées.

Résistance à l'abrasion : Les briques réfractaires sont généralement résistantes à l'usure et à l'abrasion, ce qui les rend adaptées aux environnements où des matériaux abrasifs sont présents.

Résistance à la corrosion et aux produits chimiques : Certains types de briques réfractaires sont formulés pour résister à des atmosphères corrosives ou à des produits chimiques agressifs, ce qui les rend adaptées à des applications spécifiques nécessitant une résistance chimique élevée.

Durabilité : Les briques réfractaires sont conçues pour être durables et résistantes, ce qui leur permet de maintenir leurs propriétés mécaniques et thermiques même dans des conditions extrêmes.

Formes et tailles variées : Les briques réfractaires sont disponibles dans différentes formes et tailles pour s'adapter à différentes applications et structures. Elles peuvent être coupées, taillées ou façonnées selon les besoins spécifiques.

- **Les dimensions des briques réfractaires :**

Les briques réfractaires sont disponibles dans une variété de dimensions pour répondre aux besoins spécifiques des différentes applications.

Brique réfractaire standard : Les dimensions standard d'une brique réfractaire sont généralement d'environ 200 mm à 230 mm de longueur, 100 mm à 115 mm de largeur et 75 mm à 100 mm de hauteur. Cependant, il existe également des briques réfractaires de taille légèrement différente, notamment des briques plus épaisses ou plus longues.

Brique réfractaire de forme spéciale : Outre les briques réfractaires standard rectangulaires, il existe également des briques réfractaires de forme spéciale, telles que des briques en coin, des briques d'arc, des briques de voûte et des briques coniques. Ces formes spéciales sont conçues pour s'adapter à des configurations spécifiques dans les installations où elles sont utilisées.

Briques réfractaires de grande taille : Dans certaines applications industrielles, des briques réfractaires de grande taille peuvent être utilisées pour former des structures plus grandes et résistantes à la chaleur. Les dimensions de ces briques peuvent varier considérablement en fonction des besoins spécifiques du projet.

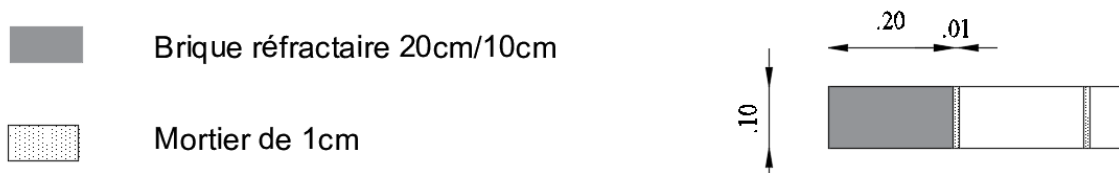


Figure 63 Schéma mur en briques réfractaires-Source Auteurs

5.1.5.3. Le revêtement de mur (salle chaude et tiède) :

❖ Le zellige :

Un revêtement traditionnel marocain composé de carreaux de terre cuite émaillés et découpés en petites formes géométriques, généralement des carrés ou des rectangles. Ces carreaux sont assemblés pour former des motifs complexes et colorés qui sont utilisés pour décorer les murs, les sols et les plafonds.

Les types

En ce qui concerne les types de zelliges, ils peuvent varier en fonction des motifs, des couleurs et des techniques de fabrication.

- **Zellige traditionnel** : Il s'agit du zellige traditionnel qui est fabriqué à la main selon des méthodes artisanales ancestrales. Les motifs géométriques et les couleurs vives sont caractéristiques de ce type de zellige.
- **Zellige contemporain** : Il s'agit d'une version moderne du zellige qui peut présenter des motifs plus abstraits, des combinaisons de couleurs plus variées et des finitions différentes. Il peut être fabriqué de manière artisanale ou industrielle.
- **Zellige émaillé** : Certains zelliges peuvent être émaillés pour donner une finition lisse et brillante. Cela peut ajouter une touche supplémentaire de protection et de durabilité, tout en offrant des options de couleurs plus étendues.

Dimensions :

Les zelliges sont généralement fabriqués en carrés de petite taille. Les dimensions courantes sont de 5 cm x 5 cm, 10 cm x 10 cm ou 15 cm x 15 cm. Cependant, des dimensions plus grandes peuvent également être produites pour des applications spécifiques.

5.1.4.4. Le revêtement de sol pour les salles humides :

❖ Le tadelakt et le béton ciré

Un revêtement de surface populaires pour les hammams en raison de leurs propriétés esthétiques et fonctionnelles.

Le tadelakt est une technique traditionnelle marocaine utilisée pour étanchéifier et embellir les surfaces, notamment dans les hammams. Il s'agit d'un enduit à base de chaux naturelle qui est poli à la main pour obtenir une finition lisse et brillante. Le tadelakt est apprécié pour son apparence authentique, sa résistance à l'eau et sa durabilité.

Avantages du tadelakt dans un hammam :

Étanchéité : Le tadelakt forme une barrière imperméable qui empêche la pénétration de l'eau et de l'humidité dans les murs et les surfaces du hammam.

- Le tadelakt offre une finition lisse et brillante avec une apparence organique et traditionnelle qui ajoute une touche esthétique unique à l'espace du hammam.

-Le tadelakt est relativement facile à entretenir. Il peut être nettoyé avec de l'eau et du savon doux pour conserver sa beauté.

Le béton ciré est un revêtement de surface polyvalent et contemporain qui peut également être utilisé dans les hammams. Il est composé de ciment, de sable et d'additifs spéciaux pour obtenir une finition lisse et résistante.

Avantages du béton ciré dans un hammam :

-Le béton ciré est naturellement résistant à l'humidité, ce qui en fait un choix approprié pour les hammams.

-Le béton ciré offre une grande flexibilité en termes de design et de couleur. Il peut être adapté pour créer des finitions lisses, texturées ou décoratives, selon les préférences esthétiques.

-Le béton ciré est facile à nettoyer et à entretenir. Il peut être traité avec un revêtement protecteur pour améliorer sa durabilité et sa résistance aux taches.

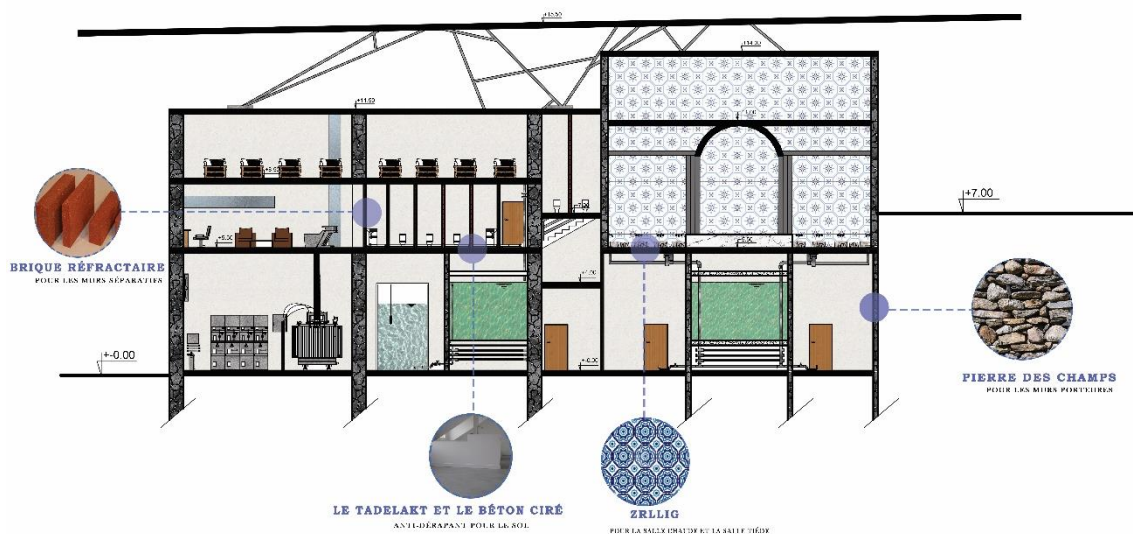


Figure 64 Coupe-Source Auteurs

5.1.6. Choix de Structure :

5.1.6.1. Les murs porteurs :

On utilise des murs porteurs en pierre dans la structure de notre projet de hammam pour ajouter une esthétique rustique et traditionnelle à l'espace. Les murs porteurs en pierre offrent également une grande solidité et une durabilité, ce qui est important pour soutenir la structure du hammam.



Figure 65 Mur porteur-Source Auteurs

❖ Les avantages :

-La pierre est un matériau naturellement solide et durable, ce qui en fait un choix fiable pour les murs porteurs. Les murs en pierre sont capables de résister aux charges structurelles et de maintenir la stabilité de l'ensemble du hammam sur le long terme.

-Les murs porteurs en pierre ajoutent une touche d'authenticité et de charme à l'esthétique globale du hammam. La pierre naturelle offre une beauté intemporelle et une apparence rustique qui peut contribuer à créer une atmosphère chaleureuse et accueillante.

-La pierre a une bonne capacité d'isolation thermique, ce qui peut contribuer à maintenir une température agréable à l'intérieur du hammam. De plus, les murs en pierre ont également une bonne isolation acoustique, réduisant la transmission des bruits indésirables de l'intérieur et de l'extérieur.

-La pierre possède des propriétés hygroscopiques, ce qui signifie qu'elle est capable d'absorber et de relâcher l'humidité de l'air. Cela peut contribuer à maintenir un niveau d'humidité équilibré à l'intérieur du hammam, favorisant ainsi le confort des utilisateurs.

5.1.6.2. Une structure métallique tubulaire

Notre projet de hammam utilise une structure métallique tubulaire pour supporter notre terrasse qui s'élève à une hauteur de 2 mètres. La structure métallique tubulaire est constituée de tubes en acier solides et durables, formés en différentes sections telles que des cercles, des carrés ou des rectangles. Ces tubes sont assemblés à l'aide de techniques de soudage ou de boulonnage pour former la structure souhaitée.

L'acier utilisé dans la construction de la structure offre une grande résistance aux charges statiques et dynamiques liées à la terrasse. Cela garantit la solidité et la durabilité de la structure, assurant ainsi un support fiable pour la terrasse surélevée.

La flexibilité de conception est un autre avantage de la structure métallique tubulaire. Les tubes métalliques peuvent être façonnés et coupés selon nos spécifications, offrant ainsi une grande adaptabilité pour répondre aux exigences de conception de notre terrasse. Nous avons choisi d'utiliser une section circulaire avec un diamètre de 10cm pour répondre à nos besoins spécifiques.

De plus, en optant pour une préfabrication en usine, nous pouvons réduire le temps de construction sur place. Les éléments de la structure métallique peuvent être fabriqués à l'avance et assemblés rapidement et efficacement lors de l'installation sur le site. Cela permet d'économiser du temps et des ressources, tout en assurant une construction précise et de haute qualité.



Figure 66 La structure métallique-Source Auteurs

5.1.7. Les ambiances extérieures :



Figure 67 Vue extérieure 1 du hammam-Source Auteurs

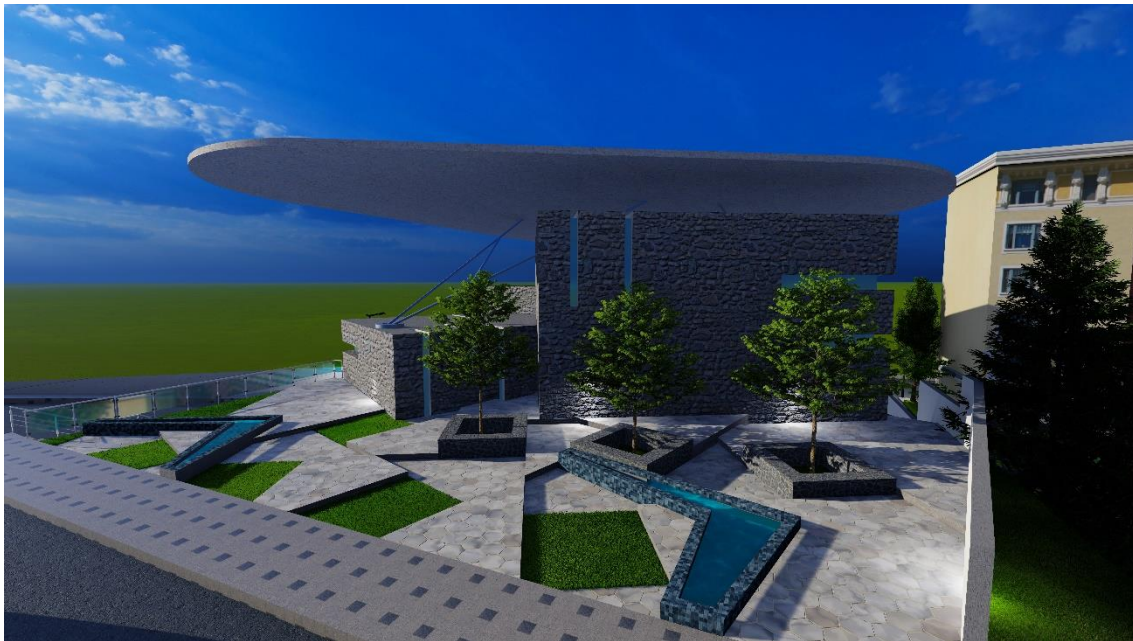


Figure 68 Vue extérieure 2 du hammam-Source Auteurs

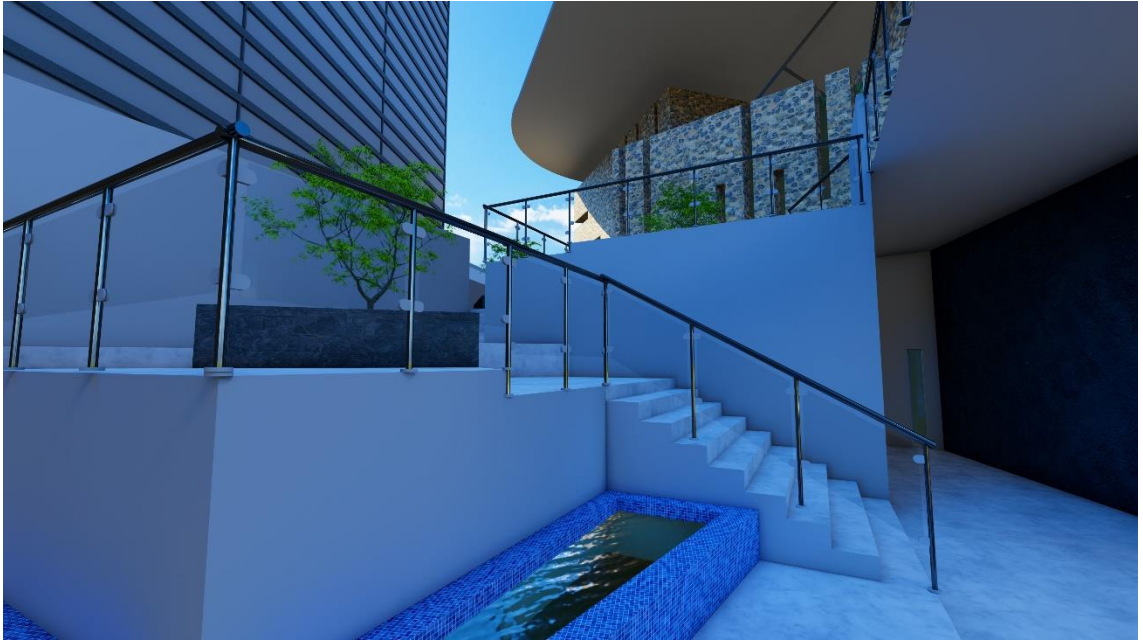


Figure 69 Vue extérieure 3-Source Auteurs



Figure 70 Vue extérieure 4-Source Auteurs

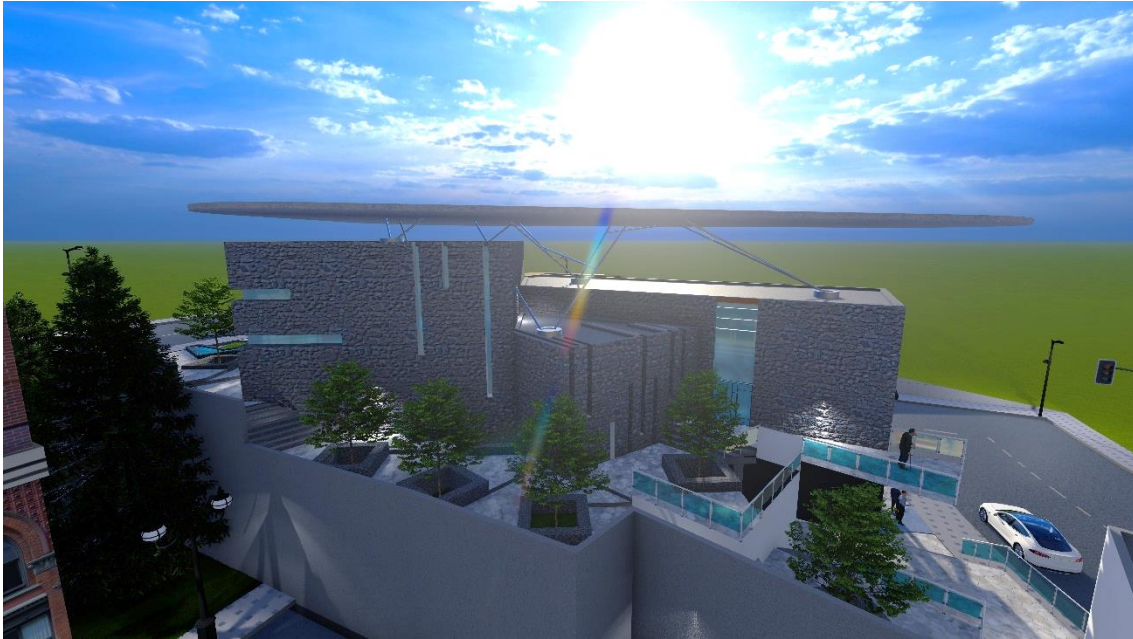


Figure 71 Vue extérieure 5-Source Auteurs

5.2. Approche technique

5.2.1. Energie Thermique :

Conservation énergétique/ coupole et voute

Si ont opté pour un toit plat, cela entraînera la formation de condensation sur le plafond du hammam, qui retombera ensuite sur le sol ou sur les personnes présentes. Les gouttes d'eau ainsi formées seront plus froides que la température du corps, ce qui sera désagréable. C'est pourquoi il est préférable de privilégier un toit en coupole dans ce cas, car cela offre plusieurs avantages.

Définition :

Une coupole est une structure architecturale en forme de dôme, soit une voûte hémisphérique, soit formée par deux courbes se croisant au sommet, ou encore par une demi-ellipse placée sur un plan circulaire ou polygonal. Elle est soutenue par quatre arcs doubleaux ou des murs pleins. La terminologie architecturale décrit la coupole comme une voûte circulaire, une construction en maçonnerie réalisée en briques, en pierre, voire en béton. Sa forme est obtenue par la rotation d'une courbe autour d'un axe, qui peut être circulaire, elliptique ou parabolique. Le plan sur lequel la coupole s'élève peut lui-même être circulaire, elliptique, carré ou polygonal.

APPLICATION :

Dans notre hammam, nous avons utilisé quatre voûtes en berceau, soutenues par des poteaux de section carrée. Ces voûtes sont conçues pour assurer la stabilité structurelle et créer un espace spacieux et élégant. Au-dessus des voûtes, nous avons ajouté une coupole qui contribue à la conservation thermique de la salle chaude. Cette coupole permet de maintenir une température agréable à l'intérieur tout en réduisant la perte de chaleur. De plus, nous avons incorporé des puits de lumière dans la coupole pour créer une ambiance chaleureuse et naturelle dans la salle chaude.

Pour renforcer l'aspect traditionnel du hammam, nous avons ajouté des arcs outrepassés dans la salle chaude. Ces arcs, inspirés de l'architecture de Mario Botta, apportent une touche esthétique unique et rappellent les éléments caractéristiques de l'architecture traditionnelle des hammams. De plus, nous avons accordé une attention particulière aux portes du hammam, en les concevant pour refléter le style traditionnel et créer une atmosphère accueillante et authentique.



Figure 72 La configuration de coupole et les voutes dans la salle chaude -Source Auteurs

5.2.2. Energie Solaire (production électrique) :

❖ Tracker solaire :

Un fonctionnement basé sur le principe de l'héliostat. Le tracker solaire, également appelé suiveur solaire, est un bras motorisé qui permet à des panneaux photovoltaïques de suivre le soleil tout au long de la journée. Il se comporte de la même façon que les tournesols : durant toute la journée, le bras tourne pour capter le plus de rayons solaires possible.

Le but de ce tracker est très simple : il permet d'améliorer le rendement de votre installation photovoltaïque. Celui-ci dépend en effet de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux. En utilisant un suiveur solaire, ces deux éléments sont optimisés tout au long de la journée.

❖ Quelles dimensions choisir pour mes panneaux solaires :

Il est crucial de prendre en compte la taille des panneaux solaires et le nombre requis pour notre cas de hammam. La plupart des panneaux solaires standard ont une hauteur d'environ 1,7 mètre et une largeur d'1 mètre, ce qui équivaut à une surface totale moyenne d'environ 1,7 m². Dans certains cas exceptionnels, on peut trouver des modèles de panneaux plus grands, mais leur surface ne dépasse généralement pas 2 m².

Pour calculer avec précision la quantité nécessaire de panneaux solaires pour notre hammam, nous avons suivi trois étapes essentielles.

- **Estimer la consommation annuelle**

Avant de déterminer la taille de l'installation solaire nécessaire, nous avons effectué une évaluation de la consommation énergétique annuelle du hammam. Pour cela, nous avons pris

en compte la moyenne de trois échantillons, ce qui nous a donné une valeur de 5800 kWh. Cette quantité représente la consommation énergétique moyenne du hammam sur une année.

- **Estimer la dimension de votre installation**

En général, une installation solaire d'une puissance de 1 kWc produit entre 900 kWh et 1200 kWh par an. Cependant, cette valeur peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la localisation géographique, l'orientation et l'inclinaison des panneaux solaires photovoltaïques.

En prenant en compte une production annuelle moyenne de 1 000 kWh par kWc, nous pouvons estimer qu'un foyer ayant une consommation énergétique annuelle de 5800 kWh aurait besoin d'une installation solaire d'une puissance moyenne de 5 à 6 kWc. Cela permettrait de couvrir la consommation énergétique du hammam avec une production solaire adéquate.

- **Vérifier la surface disponible sur le toit**

Un autre aspect important à prendre en compte est l'espace disponible pour l'installation des panneaux solaires sur notre toit. Idéalement, ceux-ci devraient être installés sur une surface orientée vers le sud, avec une inclinaison de 30° à 35°. De plus, il est nécessaire de prévoir des marges d'au moins 20 cm de chaque côté des panneaux, ainsi qu'en hauteur. Cette marge permet de garantir que les panneaux captent un maximum de rayons solaires, notamment grâce à un système de suivi solaire qui permet d'optimiser leur orientation tout au long de la journée.

Grâce à notre étude et à nos calculs, nous avons pu déterminer que l'installation des panneaux solaires sur le toit du hammam permettrait de fournir l'éclairage nécessaire. Cela garantit une utilisation optimale de l'espace disponible pour maximiser la production d'énergie solaire

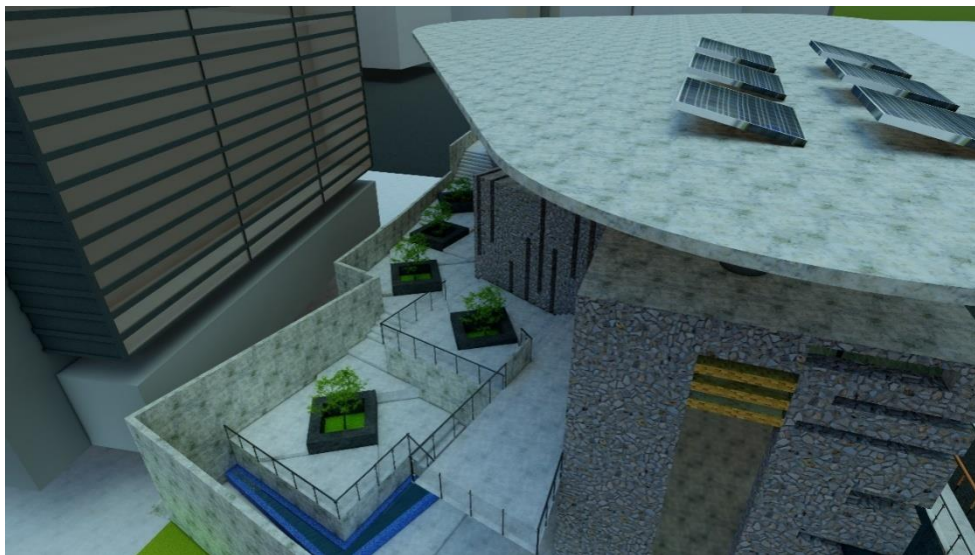


Figure 73 Application des panneaux solaires sur le toit de hammam-Source Auteurs

5.2.3. Energie Hydrique :

- ❖ **Traitement de l'eau vanne :**

Le recyclage des eaux vannes dans un hammam est un processus qui vise à collecter, traiter et réutiliser les eaux usées générées dans les toilettes et les installations sanitaires. Cette approche permet de réduire la consommation d'eau potable et de contribuer à une gestion plus durable des ressources hydriques.

Le processus de recyclage des eaux vannes dans un hammam comprend généralement les étapes suivantes :

Collecte : Les eaux vannes provenant des toilettes et des installations sanitaires sont collectées à l'aide d'un réseau de canalisations spécifiques. Ces canalisations acheminent les eaux usées vers une citerne.

Traitement : Les eaux vannes subissent tout d'abord un prétraitement afin d'éliminer les matières solides et les débris. Ensuite, elles sont acheminées vers un système de traitement biologique. Après cette étape, des processus complémentaires peuvent être mis en place pour éliminer les contaminants restants. Dans notre système, nous avons prévu des mesures garantissant la purification de l'eau, incluant ces différentes étapes de traitement.

Stockage et réutilisation : Une fois les eaux usées traitées, elles peuvent être stockées dans un réservoir dédié. Cette eau recyclée peut ensuite être utilisée à des fins non potables, telles que le rinçage des toilettes, l'irrigation des espaces verts ou le nettoyage des installations sanitaires. Il est important de veiller à ce que l'eau recyclée ne soit pas utilisée pour des usages potables afin de garantir la sécurité sanitaire

CHAPITRE III : Business Model Canvas

Dans ce chapitre là il sera question d'évaluer le système de récupération des eaux usées proposé au sein du hammam à travers des données chiffrées et différentes catégories liées au marché socio-économique. Toutes ces informations sont recueillies et organisées dans un tableau : le BMC (Business Model Canvas). Il s'agit d'un outil visuel qui permet de décrire, d'analyser et de développer le modèle économique d'une entreprise. Dans le cas présent, il s'agit d'une idée innovante. Il est composé de neuf éléments principaux :

Segment de clientèle : Il identifie les différents groupes de clients auxquels l'entreprise s'adresse et définit les besoins et les caractéristiques de chaque segment.

Quels sont les groupes de clients ciblés par notre idée innovante ?	
Quels sont les besoins spécifiques de ces clients ?	
Y -t-il des segments de clients prioritaires ou plus importants que d'autres ?	

Proposition de valeur : Il décrit les produits ou services offerts par l'entreprise et met en évidence les avantages ou les problèmes qu'ils résolvent pour les clients.

Quelle est la proposition de valeur unique que notre idée innovante offre aux clients ?	
Comment notre idée se distingue-t-elle des offres concurrentes sur le marché ?	
Quels problèmes ou besoins spécifiques de nos clients notre idée résout-elle ?	

Canaux de distribution : Il indique les canaux utilisés pour atteindre les clients et leur fournir les produits ou services en question.

Comment prévoyons-nous d'atteindre les clients ciblés ?	
Quels canaux de distribution ou de communication utiliserons-nous pour atteindre ces clients ?	
Quels partenaires ou canaux existants pourrions-nous exploiter pour accélérer notre accès au marché ?	

Relation avec les clients : Il spécifie la manière dont l'entreprise interagit avec ses clients,

Quelle est la nature de la relation que nous souhaitons établir avec nos clients ?

Faut-il une assistance continue, un support client ou une interaction régulière avec nos clients ?

Comment allons-nous maintenir et améliorer ces relations avec nos clients ?

que ce soit à travers un support en ligne, un service client, des ventes directes etc...

Sources de revenus : Il identifie les différentes sources de revenus de l'entreprise, telles que la vente de produits, les abonnements, les publicités, etc...

Quelle est notre stratégie de revenus par notre idée innovante ?

Quels sont les différents moyens par lesquels nous pouvons générer des revenus ?

Quelle est la valeur monétaire de notre proposition de valeur pour les clients et combien sont-ils disposés à payer ?

Ressources clés : Il répertorie les ressources nécessaires à la réalisation du modèle d'affaires, qu'elles soient financières, humaines, matérielles ou intellectuelles.

Quels sont les principaux actifs et ressources nécessaires pour réaliser notre idée innovante ?

Qu'il s'agisse de ressources financières, technologiques, humaines ou matérielles, quelles sont celles essentielles à notre entreprise ?

Comment allons-nous gérer ces ressources ?

Activités clés : Il décrit les activités essentielles que l'entreprise doit entreprendre pour mettre en œuvre son modèle d'affaires et fournir sa proposition de valeur.

Quelles sont les activités clés que notre entreprise devra entreprendre pour réussir ?

Quels sont les processus essentiels pour fournir notre proposition de valeur ?

Quelles sont les actions clés pour développer, produire et commercialiser notre idée ?

Partenaires clés : Il identifie les partenaires externes qui contribuent au fonctionnement de l'entreprise et à la création de valeur.

Quels sont les partenaires, fournisseurs ou alliances stratégiques nécessaires à notre activité ?

Qui peut nous aider à optimiser nos opérations, à renforcer notre proposition de valeur ou à atteindre nos clients plus efficacement ?

Comment allons-nous établir et entretenir nos partenariats ?

Structures des coûts : Il liste tous les coûts associés à l'exploitation de l'entreprise, tels que les coûts de production, les frais généraux, les coûts de marketing etc...

Quels sont les coûts impliqués dans la réalisation et la maintenance de notre idée innovant ?

Quels sont les coûts fixes et variables que nous devons prendre en compte ?

Pour mener à bien cette étude, nous avons dû répondre à toutes ces questions avec précision. En utilisant le BMC, nous avons pu visualiser et comprendre notre modèle d'affaire dans son ensemble, identifier les points forts et faiblesses, explorer de nouvelles opportunités et apporter des changements et des améliorations en conséquence. Cet outil nous permet de concevoir, évaluer et itérer notre modèle d'affaires, il nous donne surtout une vision claire et réaliste sur la commercialisation de notre idée dans le marché. En identifiant tous les besoins liés de près ou de loin à l'aboutissement de notre idée, nous pouvons établir un plan d'action efficace et un argumentaire solide face aux réticences qu'on reçoit.

Présentation de notre idée à travers les différents canaux du BMC

1.1. Proposition de valeur :

1.1.1. Valeurs proposées aux clients :

1.1.1.1. Valeur environnementale :

Durabilité environnementale : En favorisant la réutilisation des eaux usées, notre appareil joue un rôle essentiel dans la réservation des ressources en eau et la protection de l'environnement. Les clients peuvent contribuer de manière significative à la lutte contre le stress hydrique en minimisant leur consommation d'eau et en évitant le gaspillage. Cela renforce leur engagement envers la durabilité et les positionne en tant qu'acteurs responsables sur le plan environnemental.

Protection de l'environnement : Notre appareil contribue activement à la protection de l'environnement en favorisant la réutilisation des eaux usées. Les clients peuvent réduire leur empreinte hydrique et minimiser le gaspillage d'eau, ce qui a un impact positif sur la

préservation des ressources naturelles. En optant pour notre solution, les clients peuvent exprimer leur engagement envers la durabilité et agir en faveur de l'environnement.

1.1.1.2. Valeur économique :

Rentabilité accrue : Notre appareil de recyclage des eaux usées permet aux gestionnaires de réaliser des économies considérables à long terme. En réduisant la dépendance à l'approvisionnement en eau fraîche, les coûts associés à l'achat et à la gestion de cette ressource précieuse sont considérablement réduits. Les clients peuvent ainsi améliorer leur rentabilité en réduisant leurs dépenses liées à l'eau.

Différenciation concurrentielle : En adoptant notre appareil de recyclage des eaux usées, les clients se distinguent de leurs concurrents en démontrant leur engagement envers l'innovation durable. Ils se positionnent en tant qu'établissement respectueux de l'environnement, ce qui peut attirer une clientèle consciente et soucieuse de la durabilité

Expérience client améliorée : Notre système de recyclage des eaux usées garantit une qualité d'eau optimale pour les différentes utilisations dans le hammam. Les clients peuvent profiter d'une expérience agréable et hygiénique, avec une eau propre et filtrée. Cela améliore leur satisfaction, renforce leur fidélité et génère des recommandations positives.

1.1.1.3. Valeur d'application

Facilité d'utilisation : Nous accordons une grande importance à la facilité d'utilisation de notre appareil. Nous nous assurons qu'il est convivial et intuitif, avec des fonctionnalités simples et des interfaces claires. Les clients peuvent facilement comprendre et maîtriser son fonctionnement, ce qui réduit les besoins en formation et facilite son intégration dans leur processus existant.

Garantie de qualité : Nous offrons une garantie solide pour notre appareil de recyclage des eaux usées. Cela témoigne de notre confiance en la qualité et de notre engagement envers la satisfaction des clients. Ils peuvent se sentir rassurés en sachant qu'ils ont investi dans un produit fiable et durable.

Performances supérieures : Notre appareil est conçu pour offrir des performances de filtration et de purification supérieures. Il garantit une qualité d'eau élevée, en éliminant efficacement les impuretés et les contaminants des eaux usées du hammam. Les clients bénéficient ainsi d'une eau propre et saine, contribuant à une expérience agréable et hygiénique.

1.1.2. Solutions alternatives visant à régler le même problème qui ont été mises en application

Dans cette partie, on abordera les solutions qui ont été mises en place pour faire face au stress hydrique, allant du général au spécifique –qui se rapproche le plus de notre suggestion– dont on peut citer :

1.1.2.1 Le dessalement des eaux de mer :

Il s'agit d'un moyen efficace de lutter contre le stress hydrique dans les régions littorales arides. C'est une solution à fort potentiel puisque 40% de la population mondiale réside à moins de 100 km de la mer, et 25% à moins de 25km. Le dessalement est également un moyen pour fournir de l'eau potable dans les zones où les ressources naturelles subissent un effet de salinisation : rivières, estuaires, eaux saumâtres intérieures ou souterraines etc. L'extraction du sel de l'eau des mers et des océans est une solution intéressante pour produire de l'eau douce sans surexploiter les nappes souterraines.

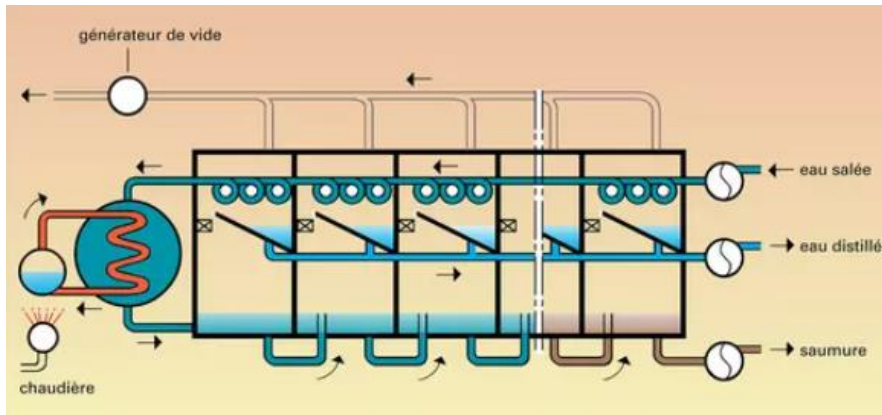


Figure 74: Système de dessalement des eaux de mer

Source : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/eau-dessalement-de-l-eau-de-mer/2-la-distillation/>

1.1.2.2. Récupération des eaux pluviales :

La récupération des eaux pluviales est une pratique consistant à collecter, stocker et utiliser l'eau de pluie qui tombe sur les toits, les terrains et les surfaces imperméables. Cette eau peut être utilisée à des fins non potables telles que l'arrosage des jardins, voire pour certaines applications domestiques, industrielles ou agricoles.

Généralement, une quantité considérable d'eau potable est perdue par raison de fuite, de gaspillage ou de mauvaise utilisation. À titre d'exemple, dans les foyers les études démontrent qu'entre 40% et 50% de la consommation d'eau correspond à des utilisations pour les toilettes, l'irrigation et le nettoyage des vêtements. En conséquence, le recours à l'utilisation de l'eau de pluie représente une alternative éco-socio-responsable.

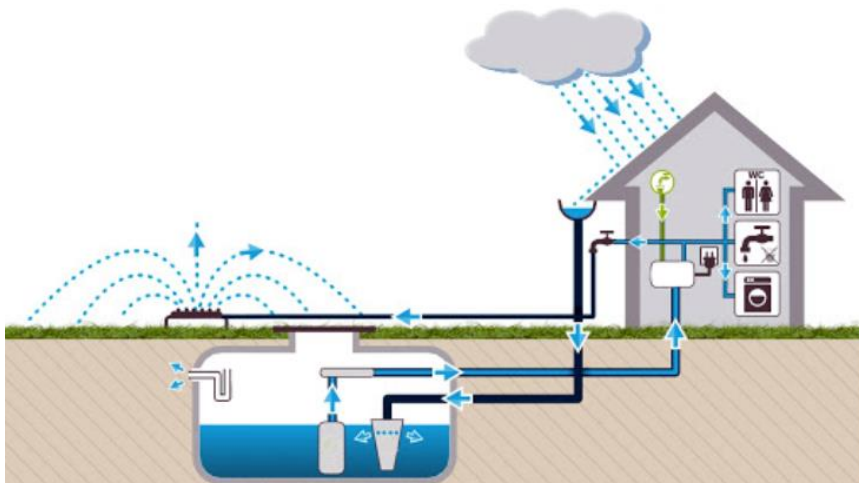


Figure 75: Système de récupération des eaux pluviales.

Source : <https://fr.linkedin.com/pulse/la-gestion-des-eaux-pluviales-en-architecture-aymen-madouri>

1.1.2.3. Systèmes de recyclage des eaux grises pour les bâtiments :

Certains projets se sont concentrés sur la récupération et le traitement des eaux grises provenant des bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels. Ces systèmes collectent les eaux provenant des éviers, des douches et des machines à laver pour une utilisation ultérieure dans les toilettes, l'irrigation ou le refroidissement.

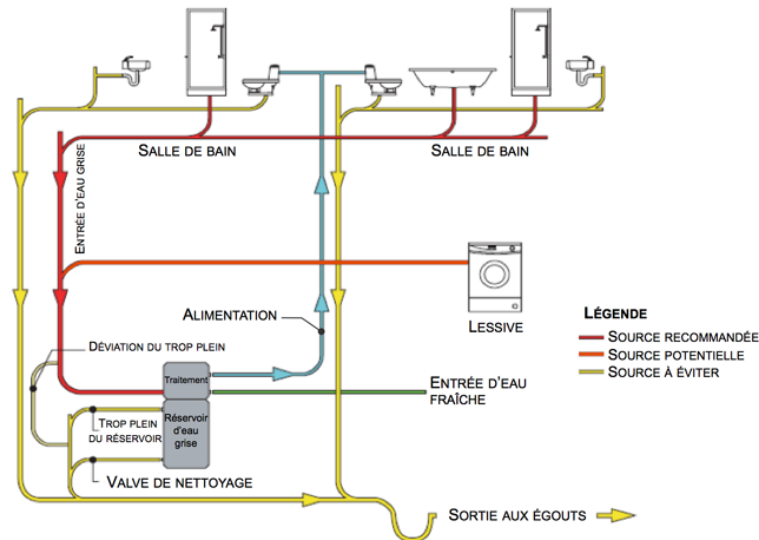


Figure 76: Système de récupération des eaux grises.

Source : <https://www.ecohabitation.com/guides/2540/comment-fonctionne-un-systeme-de-recuperation-des-eaux-grises/>

1.1.2.4. Stations de traitement des eaux usées communautaires :

Des projets de grande envergure ont été mis en place pour le recyclage des eaux usées à l'échelle communautaire. Ces stations de traitement récupèrent les eaux usées d'une communauté, les traitent de manière approfondie et les utilisent pour l'irrigation des espaces verts ou la recharge des nappes phréatiques.

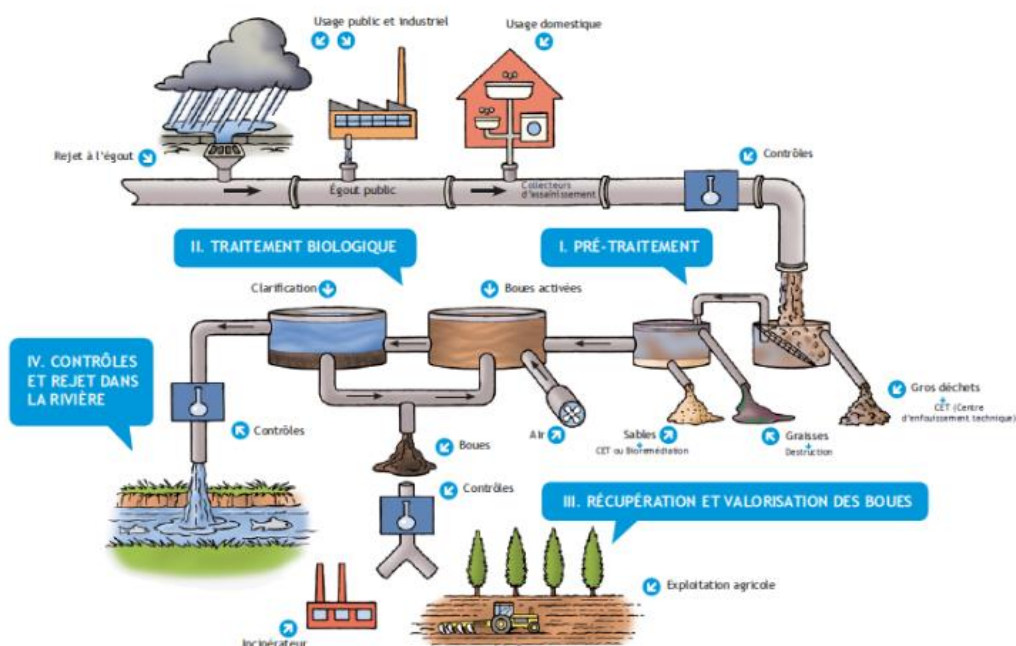


Figure 77: Système de récupération des eaux usées en station d'épuration. Source : <https://www.inbw.be/comment-fonctionne-une-station-depuration>

1.1.2.5. Systèmes de recyclage des eaux usées pour les équipements spécifiques :

Des initiatives ont également été lancées pour recycler les eaux usées provenant d'équipements spécifiques, tels que les stations de lavage de voitures, les lave-linges industriels ou les restaurants. Ces systèmes de recyclage ciblent les sources spécifiques de consommation d'eau et offrent des solutions adaptées pour réutiliser ces eaux dans les mêmes équipements.

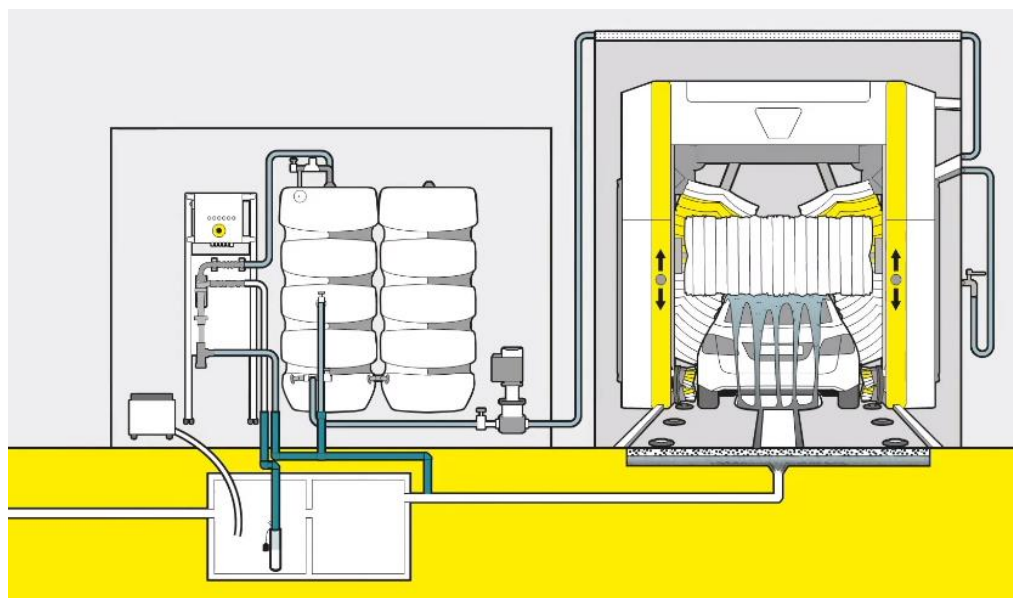


Figure 78 : Recyclage des eaux usées dans les stations de lavage Source : <https://www.kaercher.com/fr/professional/solutions-de-nettoyage-par-activite/automobile/recyclage-d-eau-dans-les-installations-de-lavage.html>

1.2. Segment de clientèle ciblée

Dans notre stratégie de segmentation de la clientèle, nous nous concentrons sur deux points essentiels:

1.2.1. Hammams en cours de construction :

Nous visons à collaborer avec des nouveaux hammams en phase de construction, afin d'intégrer notre appareil de recyclage de l'eau dès le départ. Cela permettra de planifier et d'optimiser l'espace nécessaire, ainsi que de mettre en place les infrastructures adéquates pour une utilisation efficace de notre système.

1.2.2 Hammams existants :

Pour les hammams déjà opérationnels, nous proposons une étude de faisabilité approfondie afin de déterminer la viabilité de l'installation de notre appareil. Cette étude prend en compte des facteurs tels que l'espace disponible, la capacité de traitement de l'eau, la qualité de l'eau utilisée et les contraintes techniques. En fonction des résultats de cette étude, nous adapterons notre appareil pour répondre aux besoins spécifiques de chaque hammam existant.

1.3. Relations clients

1.3.1. Relation commerciale :

Inciter à l'achat:

1.3.1.1. Proposition de valeur différenciée :

Nous mettrons en avant les caractéristiques uniques de notre hammam vert, telles que son système hybride d'épuration des eaux usées, sa consommation d'eau réduite et son impact environnemental positif. Nous expliquerons clairement comment ces éléments se traduisent par des économies à long terme pour nos clients.

1.3.1.2. Études de cas et résultats tangibles :

Nous présenterons des études de cas démontrant les bénéfices concrets de l'appareil selon le hammam à traiter en fonction de ces données spatio-économiques tels que des chiffres précis sur la réduction de la consommation d'eau et d'énergie. Nous montrerons aux clients comment ils peuvent réaliser des économies significatives en choisissant notre produit.

1.3.1.3. Offres spéciales limitées dans le temps :

Nous proposerons des offres spéciales, des réductions ou des bonus exclusifs pour créer un sentiment d'urgence et inciter nos clients à passer à l'action rapidement.

1.3.2. Relation juridique :

A travers un contrat mutuel entre le propriétaire et le fabricant, décrivant et expliquant les prestations qu'il s'engage à fournir, conformément aux termes et conditions énoncées entre les deux parties. Ces charges peuvent être divisées en :

1.3.2.1. Prestations fixes :

❖ **Fabrication du produit :**

Nous serons responsables de la fabrication de l'appareil conformément aux spécifications convenues entre les parties, en prenant en compte tous les critères spatiaux. Le processus de fabrication sera effectué avec soin suivant les normes de qualité en vigueur.

❖ **Livraison de l'appareil :**

Nous nous engagerons à livrer le produit fini à l'adresse spécifiée par le client dans les délais convenus. Nous travaillerons en partenariat avec des services de transport fiables pour garantir une réception en parfait état. Nous proposerons également des options de livraison flexibles, adaptées aux besoins spécifiques de nos clients. Les frais de livraison seront supportés par le client, sauf indication contraire dans le contrat.

❖ **Paiement :**

Le client s'engage à payer les frais convenus pour nos prestations selon les modalités du montant (le prix total à payer par le client) et de paiement (échancier de paiement 50% à la commande, 50% à la livraison par exemple) décidés entre les deux partis.

❖ **Couverture d'assurance :**

Les compagnies d'assurance avec lesquels on se liera viseront à protéger les exploitants contre les risques liés au fonctionnement du système. Les polices d'assurance couvriront différents aspects, tels que les dommages matériels, les pertes financières et les frais de réparation ou de

remplacement des équipements défectueux. Elles comprendront les pannes mécaniques, les fuites, les défaillances électriques, les erreurs de conception ou d'installation.

1.3.2.2. Les prestations optionnelles :

Elles dépendront du choix du client, en fonction des services qu'il souhaite inclure dans le contrat. Elles peuvent se résumer comme suite.

❖ **Branchement et installation :**

Nous proposerons un service professionnel de branchement au sein du hammam chez nos clients. Notre équipe technique se chargera de l'installation et de la mise en service du système de recyclage des eaux usées, en veillant à ce que toutes les connexions nécessaires soient correctement effectuées.

❖ **Service après-vente**

: Nous mettrons en place une équipe dédiée à l'assistance clientèle, disponible par téléphone, e-mail ou chat en direct, pour répondre rapidement aux questions ou aux problèmes rencontrés par nos clients.

❖ **Programme de maintenance et de suivi :**

Nous proposerons des contrats de maintenance périodique pour garantir le bon fonctionnement continu de l'appareil. Nous organiserons des visites régulières pour vérifier l'état de l'équipement et effectuer les réparations nécessaires. Nous établirons des relations à long terme avec nos clients pour garantir leur satisfaction et identifier de nouvelles opportunités d'amélioration.

❖ **Accompagnement personnalisé :**

Nous offrirons un suivi régulier aux clients, en répondant à leurs questions et en leur fournissant des conseils sur l'utilisation optimale du hammam vert. Nous organiserons des événements ou des webinaires pour partager des astuces et des bonnes pratiques

Collecte des commentaires et améliorations continues :

Nous mettrons en place des mécanismes de collecte des commentaires clients, tels que des enquêtes de satisfaction, des boîtes à suggestions ou des plateformes en ligne. Nous utiliserons ces retours pour améliorer constamment notre produit et offrir un service après-vente de qualité.

Dans le cas où le hammam existe déjà, des services d'agrandissement et d'adaptabilité spatiaux seront inclus, des travaux pourront être effectués pour aménager l'espace de façon à accueillir l'appareillage au bon fonctionnement de l'opération du recyclage.

1.4. Canaux de distribution

Il est important de mettre en place une communication claire et efficace avec les clients pour les informer sur le fonctionnement du système, recueillir leurs commentaires, répondre à leurs préoccupations et offrir un soutien adéquat. La combinaison de plusieurs canaux de communication peut permettre d'atteindre un large public et de répondre aux besoins des clients. Voici quelques-uns des canaux pouvant servir à vulgariser le produit en fonction des différentes étapes de production :

1.4.1. Avant fabrication :

1.4.1.1. Site web :

Le système peut disposer d'un site web dédié où les clients peuvent trouver les informations relatives aux opérations d'appareillage, accéder à des ressources telles que des formulaires, des questionnaires, des devis pour estimer leurs travaux etc... Sur cette plateforme, nous fournirons des informations détaillées sur son fonctionnement, ses avantages, ses caractéristiques techniques et les résultats qu'il peut offrir. Nous veillerons à utiliser des visuels attrayants, des vidéos explicatives et des témoignages de clients satisfaits pour renforcer notre message.

1.4.1.2. Centre d'appels :

La mise en place d'un centre d'appels peut servir à recevoir les appels des clients et répondre à leurs questions, traiter les demandes de service, fournir des indications et des conseils techniques, exposer les différents services proposés etc...

1.4.1.3. Courrier électronique :

Les clients peuvent envoyer des courriers électroniques au système de récupération des eaux usées pour poser des questions, soumettre des demandes ou demander des problèmes. Une adresse e-mail dédiée peut être fournie aux clients.

1.4.1.4. Réseaux sociaux :

Les médias sociaux tels que Facebook, Twitter, Instagram, etc... peuvent être utilisés pour communiquer avec les clients, répondre aux questions et recueillir des commentaires. Des comptes officiels du système de recyclage des eaux usées peuvent être créés sur ces plateformes. Nous créerons du contenu engageant et informatif, y compris des articles, des infographies, des vidéos et des études de cas. Nous interagirons avec notre audience en répondant à leurs questions et en partageant des informations pertinentes sur l'importance de la conservation de l'eau et de l'utilisation responsable des ressources.

1.4.1.5. Boîte de communication :

Faire recours à un chargé de communication, pour établir un contact direct avec les clients, à travers : La présentation de prospectus, de brochures informatives : expliquer en détails comment fonctionne le système de récupération des eaux usées et évaluer l'efficacité des stratégies de communication mises place en mesurant l'impact sur la sensibilisation et l'adoption du système.

Une boîte de communication spécialisée pour ce système de recyclage des eaux usées joue un rôle essentiel dans la promotion et la sensibilisation à ce système. Voici les principales activités qu'une telle boîte de communication pourrait entreprendre :

Développement d'une stratégie de communication : elle travaillera en étroite collaboration avec les concepteurs et les exploitants du système pour élaborer une stratégie de communication claire. Cela comprendra l'identification des objectifs de communication, l'analyse du public ciblé et la définition des messages clés à transmettre.

Conception de supports de communication : elle concevra et produira différents supports de communication pour informer et sensibiliser le public. Cela peut inclure des brochures, des dépliants, des affiches, des vidéos, des animations, des infographies et des sites web appropriés.

Ces supports seront clairs, attrayants et accessibles afin d'expliquer le fonctionnement du système de recyclage des eaux usées et ses avantages.

Campagnes de sensibilisation : la boîte de communication organisera des campagnes de sensibilisation pour faire connaître le système. Cela peut impliquer la planification d'événements communautaires, des conférences etc... l'objectif est d'éduquer le public sur l'importance de la conservation de l'eau et de promouvoir les avantages environnementaux et économiques de la récupération des eaux usées.

Communication en ligne : la boîte de communication utilisera les médias sociaux, les sites web, les blogs et d'autres canaux en ligne pour diffuser l'information sur le système de recyclage au sein du hammam. Elle créera du contenu pertinent et engageant pour attirer l'attention du public. Les plateformes en ligne permettront également aux utilisateurs d'obtenir des réponses à leurs questions et de partager leurs expériences.

Relations publiques : Suivi et évaluation : la boîte de communication évaluera l'impact de ses efforts de communication en surveillant la sensibilisation du public, les niveaux d'adoption et les réactions générales. Elle effectuera des enquêtes, des sondages et des analyses de données pour évaluer l'efficacité de la stratégie mise en place et apporter les ajustements nécessaires.

1.4.1.6. Campagnes de marketing en ligne :

Nous mettrons en place des campagnes publicitaires en ligne ciblées pour atteindre notre public ciblé. Nous utiliserons des mots clés pertinents dans nos annonces pour maximiser la visibilité de notre appareil. Nous explorerons des options telles que la publicité sur les moteurs de recherche, la publicité display et la publicité sur les réseaux sociaux pour toucher efficacement notre audience.

1.4.2. Pendant la fabrication :

1.4.2.1. Présence de professionnels :

Pour l'installation de l'appareil, il sera nécessaire d'avoir des professionnels sur place pour assurer un travail efficace et sécurisé. Les étapes suivantes expliqueront plus en détail le rôle et l'intervention de ses professionnels au sein du hammam :

1.4.2.2 Evaluation et planification :

Des experts en différents secteurs peuvent effectuer une évaluation de l'équipement pour déterminer les besoins spécifiques du système à installer, en prenant en compte des facteurs tels que les proportions de l'espace, le nombre d'utilisateurs etc... cette phase initiale permettra de concevoir le système adéquat.

1.4.2.2. Installation :

Une équipe de plombiers ou de techniciens spécialisés peut installer l'appareil et effectuer les raccordements nécessaires.

1.4.2.3. Intégration avec le système existant :

Si le système de récupération des eaux usées doit être intégré à un système de plomberie existant, l'intervention et l'expertise des plombiers ou des ingénieurs sera primordiale pour effectuer les raccordements appropriés et assurer une bonne intégration.

1.4.2.4. Mise en service et tests :

Une fois l'installation terminée, des experts qualifiés peuvent procéder à des tests et des inspections pour s'assurer du bon fonctionnement du système. Cela peut inclure des vérifications de fuites, des tests de pression, des vérifications de la qualité de l'eau etc.

1.4.2.5. Formation et maintenance :

Les professionnels sur place peuvent éventuellement fournir des informations aux propriétaires sur le fonctionnement et l'entretien du système de récupération des eaux usées.

1.4.3. Après la fabrication :

1.4.3.1. Salons et foires commerciales :

Nous participerons à des salons et à des foires commerciales liés à l'industrie des équipements hydrogivores. Cela nous permettra de présenter notre appareil en direct, de démontrer son fonctionnement aux visiteurs et d'établir des contacts avec des clients potentiels et des partenaires commerciaux.

1.5. Canaux de distribution que préfèrent-les clients :

❖ Vente directe :

Nous pouvons proposer la vente directe de notre appareil aux clients intéressés. Pour ce faire, nous mettrons en place une boutique en ligne sur notre site web où les clients pourront passer commande et effectuer le paiement en toute simplicité. Nous envisagerons également d'organiser des démonstrations en direct, des visites guidées de notre installation ou des présentations personnalisées pour les clients potentiels.

❖ Distribution par des revendeurs spécialisés :

Nous identifierons des revendeurs spécialisés dans les équipements hydrogivores, les stations de lavage, les mosquées et autres installations qui pourraient bénéficier de notre appareil de recyclage des eaux usées. Nous établirons des partenariats avec ces revendeurs et leur proposerons une marge bénéficiaire attractive afin qu'ils puissent commercialiser et distribuer notre produit à leurs propres clients.

❖ Collaboration avec des installateurs :

Nous travaillerons en collaboration avec des installateurs professionnels qui pourront intégrer notre appareil de recyclage des eaux usées dans les nouvelles constructions ou lors de rénovations d'équipements hydrogivores existants. Nous veillerons à fournir aux installateurs les formations nécessaires afin qu'ils puissent installer et entretenir correctement notre appareil.

❖ Contrats avec des entreprises et des organisations :

Nous identifierons des entreprises, des organisations et des institutions qui ont une consommation intensive d'eau, telles que les stations de lavage de voitures, les hôtels, les spas, les centres de bien-être, les centres sportifs, etc. Nous leur proposerons des contrats de location ou de vente à long terme de notre appareil de recyclage des eaux usées afin de répondre à leurs besoins spécifiques.

❖ Marketing d'affiliation :

Nous établirons des partenariats avec des influenceurs, des blogueurs et d'autres acteurs de l'industrie de la durabilité et de la conservation des ressources. Ils pourront promouvoir notre appareil de recyclage des eaux usées sur leurs plateformes en échange d'une commission sur les ventes réalisées grâce à leur influence. Nous veillerons à sélectionner des partenaires dont l'audience correspond à notre public ciblé.

1.6. Partenaires clés :

L'Office National des Droits d'Auteurs (ONDA) en Algérie : Il s'agit d'un organisme chargé

de la protection et de la gestion des droits d'auteur dans le pays. Il a été créé en 1993 en vertu de la loi algérienne sur les droits d'auteur. Il aura pour mission de promouvoir et protéger nos droits d'auteurs par rapport à notre contribution innovante au sein des hammams.

Institut National Algérien de la Propriété Industrielle (INAPI) : c'est un organisme offrant une protection légale aux créateurs, il est chargé de la protection des droits de propriété intellectuelle en Algérie, dont les marques, les dessins et modèles industriels, les droits d'auteur et les brevets d'invention ou d'innovation. Dans ce cas précis, nous nous inscrivons dans cette dernière rubrique.

Le ministère de la Formation professionnelle en Algérie : Son rôle est de développer et de superviser les programmes de formation destinés à préparer les individus à exercer des métiers spécifiques et à répondre aux besoins du marché du travail. Le ministère travaille en collaboration avec différents organismes et institutions pour offrir une formation adaptée aux besoins du secteur économique. Il veille à la mise en place de programmes de formation professionnelles dans différents domaines. Celui qui nous intéresse dans le cas présent est celui de l'industrie puisqu'on aura besoin d'experts et de techniciens aptes à se charger de la fabrication, du suivi et de la maintenance des appareils de recyclage des eaux usées au sein du hammam

Centre de Formation Professionnelle et d'Apprentissage (CFPA) : En Algérie, les CFPA sont des établissements de formation professionnelle qui dispensent des formations pratiques et théoriques dans divers domaines. L'objectif étant de former des travailleurs qualifiés et compétents, capables de répondre aux besoins du marché du travail et contribuer au développement économique du pays. Les CFPA nous seront d'un grand aide si des formateurs pouvaient inclure des formations d'installation et de fabrication de l'appareil de recyclage des eaux usées pour l'intégrer au hammam.

Office Nationale d'Assainissement : il s'agit d'une entreprise publique responsable de la gestion de l'assainissement et de la collecte des eaux usées. Elle sera en mesure de nous nous apporter l'expertise nécessaire pour développer et améliorer notre prototype.

L'Incubateur de l'Université de Mostaganem : basé à Mostaganem, l'incubateur qui sera créé en milieu universitaire d'ici l'année prochaine sera en mesure de mettre à notre disposition des espaces de travail, des conseils en affaires, un accompagnement personnalisé à travers un réseaux de mentors et d'experts, ainsi que des possibilités de financement

Laboratoires d'analyse : Les analyses des eaux usées est une composante essentielle à notre travail, surtout que les contaminants présents dans les eaux du hammam varient d'un équipement hydrogivre à un autre. Un laboratoire d'analyse pour notre système des eaux usées au sein du hammam est un acteur clé dans la surveillance et l'évaluation de la qualité de l'eau traitée. Ses analyses contribueront à garantir la conformité aux normes environnementales, à protéger la santé publique et à promouvoir une gestion durable des ressources en eau. Comme ils pourront également être impliqués dans la recherche et le développement de nouvelles méthodes d'analyse, de technologies de traitement et de techniques d'évaluation de la qualité de l'eau. Cela contribuera à l'amélioration continue de notre système de récupération des eaux usées et à l'innovation dans ce domaine.

Fabricants et assembleurs : Nous collaborerons avec des fabricants et des assembleurs qui ont l'expertise nécessaire pour produire et assembler notre appareil de recyclage des eaux usées.

Ces partenaires doivent être capables de respecter nos normes de qualité et de production, tout en garantissant des délais raisonnables et des coûts compétitifs. Une relation de confiance avec nos fabricants est essentielle pour assurer la satisfaction de nos clients.

Partenaires commerciaux : Nous établirons des partenariats avec des entreprises spécialisées dans les équipements hydrogivores, les stations de lavage, les mosquées et d'autres installations qui peuvent bénéficier de notre appareil de recyclage des eaux usées. Ces partenaires commerciaux pourront promouvoir et distribuer notre produit à leur propre clientèle. Ils peuvent également partager leur expertise du marché et contribuer à notre expansion commerciale

Installateurs professionnels : Nous travaillerons en collaboration avec des installateurs professionnels qui seront chargés de l'installation et de la maintenance de notre appareil de recyclage des eaux usées chez nos clients. Ces partenaires doivent être qualifiés, formés et avoir une expérience dans l'installation de systèmes similaires. Leur expertise est cruciale pour garantir un fonctionnement optimal de notre appareil et la satisfaction de nos clients.

Partenaires de recherche et de développement : Nous pourrions bénéficier de collaborations avec des institutions de recherche et des experts du domaine de la gestion de l'eau et de l'environnement. Ces partenaires peuvent nous aider à améliorer continuellement notre technologie de recyclage des eaux usées, à effectuer des études de marché et à évaluer l'efficacité de notre appareil. Leurs connaissances et leur expertise contribueront à renforcer notre positionnement sur le marché.

1.7. Les fournisseurs

Fournisseurs de matériaux de Fabrication : Pour la fabrication de notre appareil, nous aurons besoin de divers matériaux de construction tels que des réservoirs, des tuyaux, des filtres et des boîtiers. Les fournisseurs de matériaux de construction de confiance peuvent nous offrir des matériaux durables, résistants à la corrosion et conformes aux réglementations en matière de sécurité et d'hygiène.

Fournisseurs de technologie de filtration : Nous chercherons des partenaires spécialisés dans les technologies de filtration avancées, telles que l'ultrafiltration, qui jouent un rôle clé dans le processus de purification des eaux usées. Ces fournisseurs peuvent nous proposer des membranes de filtration de qualité supérieure et des systèmes de filtration efficaces, permettant une purification optimale de l'eau.

Fournisseurs de logiciels de contrôle : Pour assurer le bon fonctionnement et la gestion efficace de notre appareil, nous aurons besoin de fournisseurs de logiciels de contrôle. Ces partenaires peuvent nous fournir des logiciels de surveillance, de contrôle et de gestion des données qui permettront de surveiller et d'optimiser les performances de notre appareil.

Fournisseurs de services de maintenance : Nous rechercherons des fournisseurs de services de maintenance spécialisés dans les équipements de traitement des eaux usées. Ces partenaires peuvent nous aider à assurer un entretien régulier de notre appareil, à résoudre rapidement les problèmes techniques et à prolonger sa durée de vie. Leur expertise en matière de maintenance peut garantir la satisfaction continue de nos clients.

1.8. Activités clés

1.8.1. Activités principales

❖ Conception:

Nous devons développer le concept de notre appareil de recyclage des eaux usées dans les équipements hydrogivores tels que les hammams. Nous devons concevoir le système hydrique d'ultrafiltres et d'hydra-loop adapté à nos besoins spécifiques.

❖ **Étude de marché, de faisabilité, d'adaptabilité:**

Avant de passer à la production, il est important de réaliser une étude de marché approfondie pour évaluer la demande potentielle de notre produit. Nous devons également effectuer une étude de faisabilité technique et économique pour déterminer la viabilité de notre projet. En outre, une étude d'adaptabilité est nécessaire pour nous assurer que notre appareil peut être intégré facilement dans différents équipements hydrogivores.

❖ **Marketing:**

Une fois que nous avons défini notre produit et identifié notre marché cible, nous devons élaborer une stratégie de marketing pour promouvoir notre appareil de recyclage des eaux usées. Cela comprend la définition de notre positionnement sur le marché, la mise en place de campagnes de communication et de promotion, et l'identification des canaux de distribution les plus adaptés.

❖ **Fabrication:**

À cette étape, nous pouvons passer à la fabrication de notre appareil. Cela implique l'achat des matières premières nécessaires, tels que le tube acrylique, la plaque acrylique, les raccords en laiton, etc., et l'utilisation d'équipements tels que la découpe laser et la machine CNC pour fabriquer les composants de notre appareil.

❖ **Installation et essais:**

Une fois que les composants ont été fabriqués, nous devons procéder à l'installation de notre appareil dans les équipements hydrogivores ciblés, tels que les hammams. Il est essentiel de mener des tests et des essais approfondis pour vérifier le bon fonctionnement de notre système de recyclage des eaux usées et son adaptation aux différentes conditions d'utilisation.

❖ **Maintenance et service après-vente:**

Une fois que notre appareil est en fonctionnement, nous devons prévoir des services de maintenance réguliers pour assurer son bon fonctionnement continu. Cela comprend l'inspection, le nettoyage, le remplacement des pièces défectueuses, etc. Nous devons également fournir un service après-vente réactif pour répondre aux besoins et aux préoccupations des clients.

❖ **Assurance:**

Il est essentiel de souscrire une assurance appropriée pour couvrir les risques liés à la production et à l'utilisation de notre appareil de recyclage des eaux usées. Cela peut inclure une assurance responsabilité civile, une assurance qualité et d'autres formes d'assurance spécifiques à notre activité

1.8.2. Les Activités secondaires :

❖ **Recherche et développement:**

Cette activité consiste à mener des recherches approfondies pour améliorer continuellement notre appareil de recyclage des eaux usées. Nous devons explorer de nouvelles technologies, tester de nouveaux matériaux et développer des fonctionnalités innovantes pour optimiser l'efficacité et la durabilité de notre produit.

❖ **Formation et sensibilisation:**

Nous devons mettre en place des programmes de formation pour sensibiliser les utilisateurs potentiels, tels que les propriétaires de hammams et les gestionnaires de stations de lavage, aux avantages du recyclage des eaux usées. Cette activité vise à promouvoir une utilisation appropriée de notre appareil et à encourager l'adoption de pratiques durables.

❖ **Suivi et évaluation:**

Nous devons mettre en place des mécanismes de suivi et d'évaluation pour mesurer les performances de notre projet. Cela comprend la collecte et l'analyse de données pertinentes, l'évaluation de la satisfaction client, la surveillance de l'efficacité énergétique et la quantification des économies d'eau réalisées grâce à notre appareil.

1.9. Ressources clés

1.9.1. Ressources matérielles

En utilisant ces ressources matérielles, nous sommes en mesure de mettre en œuvre notre processus de production, de garantir la qualité de notre appareil et de fournir des produits conformes aux attentes de nos clients.

	Ressources matérielles	Locale ou importation
Les matériaux de fabrications	Tube acrylique de 10 cm de diamètre et 5 à 10 mm d'épaisseur	Local
	Plaque acrylique 6 mm	Local
	Silicone pour faire le joint	Local
	Connecteur de tuyau femelle	Local
	Raccord à compression en laiton	Local
	Contre-écrou	Local
	Tuyau	Local
	Tige filetée M10	Local
	Ecrou papillon M10	Local
	Ecrou M10	Local
	Rondelle plate M10	Local
	Ruban téflon ou fibre de chanvre	Local
	Raccord de tuyau M	Local

	Tuyau d'eau	Local
	Les anneaux pinces	Local
	Sable	Local
	Charbon actif	Local
	Géotextile	Local
	Pompe	Local/Importation
	UV-lampe	Local/Importation
Les outils de fabrication	Découpe laser	Importation
	Machine CNC	Local/Importation
	Perceuse à main	Local
	Clé anglaise ou clés	Local
	Clé à pipe	Local
	Règle ou ruban à mesurer	Local
	Cintreuse	Local
	Scie à main	Local
	Pinces	Local
	Tournevis	Local
Autres ressources matériels	Atelier de fabrication	Local
	Stockage des matières premières	Local
	Équipement de stockage	Local
	Transport	Local

Tableau 6 Ressource matériels-source Auteurs

1.9.2. Ressources humaines

Ressources humaines	Nombre
Ingénieurs en production	Environ 2 membres
Architectes	Environ 3 membres
Equipe de gestion de la chaine d'approvisionnement	Environ 2 membres
Personnel de production	Environ 3 membres
Techniciens	Environ 2 membres
Ouvriers	2-3 membres
Equipe de vente et de marketing	Environ 2 membres
Service clientèle	1-2 membres
Personnel de soutien administratif : personnel administratif et financier	Environ 4 membres

Tableau 7 Ressources humaines-Source Auteurs

1.9.3 Ressources financières

Besoin	Prix
Investissement initial	1 000 000 DA
Besoins en fonds de roulement	5 000 000 DA
Financement externe	300 000 DA
Location et transport	200 000 DA

Tableau 8 Ressources financières-Source Auteurs

1.10. Dépenses

1.10.1 Engagements financiers fluctuants :

Le tableau ci-dessus présente une liste détaillée des matériaux nécessaires pour la fabrication d'une unité de recyclage (UR), ainsi que les prix unitaires et les prix totaux correspondants. Chaque matériau est accompagné du nom du fournisseur qui le fournit, ainsi que de sa disponibilité en Algérie.

Le prix unitaire fait référence au coût d'une unité individuelle du matériau, tandis que le prix total représente le coût total de la quantité requise pour la fabrication de l'unité de recyclage. Les prix unitaires et les prix totaux sont exprimés en dinars algériens (DZD).

Il est important de noter que les prix indiqués sont donnés à titre indicatif et peuvent varier en fonction du fournisseur et des conditions du marché. Les fluctuations des prix des matériaux peuvent influencer les coûts finaux. Par conséquent, il est recommandé de contacter directement les fournisseurs mentionnés dans le tableau pour obtenir les prix les plus récents et vérifier leur disponibilité en Algérie.

	Caractéristique	Unité	Unité/prix	Total	Fournisseurs
Tube acrylique de 10 cm de diamètre et 5 à 10 mm d'épaisseur	50-55 cm	4	900 DA	3 600 DA	Plastival, Polyplastic
Plaque acrylique 6 mm	1m*40cm	1m*40cm	520,42 DA	520,42 DA	Plastival, Polyplastic
Silicone pour faire le joint	5mm d'épaisseur	1	2 300 DA	2 300 DA	Leroy Merlin Brico Dépôt
Connecteur de tuyau femelle	21mm female	6	2 737 DA	16 422 DA	Leroy Merlin Brico Dépôt
Raccord à compression en laiton	16mm	10	1 500 DA	15 000 DA	Leroy Merlin Brico Dépôt
Contre-écrou	20mm	10	200 DA	2 000 DA	Leroy Merlin Brico Dépôt
Tuyau	16mm*2m	2	3 400 DA	6 800 DA	Leroy Merlin Brico Dépôt
Tige filetée M10	8*60cm	6*4m	850 DA	5 100 DA	Leroy Merlin Brico Dépôt
Ecrou papillon M10	M10	20	255 DA	5 500 DA	Meca Plast

Ecrou M10	M10-16	64	350 DA	22 400 DA	Meca Plast
Rondelle plate M10	M10	18	6 240 DA	11 2320 DA	Meca Plast
Ruban téflon ou fibre de chanvre		2	530 DA	1 060 DA	Plastitalia Algérie
Raccord de tuyau M		11	4 910 DA	54 000 DA	Plastitalia Algérie
Tuyau d'eau	Pour l'eau potable	5m	610 DA	3 050 DA	Brico Quincaillerie
Les anneaux pinces		17	100 DA	1 700 DA	Algiplast
Sable	Nettoyer	2 Sac de sable	3 000 DA	6 000 DA	Sable Algérie, Groupe Benhamadi
Charbon actif		6	800 DA	4 800 DA	Algérie Filtration
Géotextile		1	1 000 DA	1 000 DA	Algérie Géosynthétiques
Pompe	24V/120W	2	7 900 DA	15 800 DA	Grundfos Wilo
UV-lampe	Uv-c-72w	2	18 000 DA	36 000 DA	Philips OSRAM

Tableau 9 Liste en détails sur les matériaux de fabrication-Source Auteurs

La notion de monobloc signifie que deux unités de recyclage (UR) sont regroupées en une seule entité. Par conséquent, cela entraîne une duplication des composants nécessaires pour chaque UR, ce qui se traduit par un doublement du coût des composants.

En d'autres termes, lorsque l'on opte pour un monobloc, les quantités de matériaux requis pour la construction de deux UR sont rassemblées en une seule unité. Cela signifie que les prix des composants, tels que ceux mentionnés dans le tableau précédent, doivent être multipliés par deux pour prendre en compte la duplication nécessaire pour créer le monobloc.

Prix total des composants	309872,42 DA	Prix total du monobloc	619 744,84 DA
----------------------------------	---------------------	-------------------------------	----------------------

1.10.2. Engagements financiers réguliers :

Désignation	Prix	Quantité	Total	Fournisseuses
Découpe laser	45 000 DA	1	45 000 DA	BODOR Algérie
Machine CNC	14 000 DA	1	14 000 DA	IHB INDUSTRIES
Perceuse à main	17 200 DA	1	17 200 DA	Algérie Quincaillerie

Tableau 10 Liste de outils lourd-Source Auteurs

Désignation	Prix	Quantité	Total	Fournisseuses
Clé anglaise ou clés	5 150 DA	1	5 150 DA	Algérie Quincaillerie
Clé à pipe	1 450 DA	2	2 900 DA	Algérie Outillage
Règle ou ruban à mesurer	2 300 DA	1	2 300 DA	MaBricole
Cintreuse	13 500 DA	1	13 500 DA	Algérie Quincaillerie

Scie à main	1 050 DA	1	1 050 DA	MaBricole
Pinces	2 150 DA	2	4 300 DA	Algérie Outillage
Tournevis	1 600 DA	3	4 800 DA	Algérie Quincaillerie

Tableau 11 Liste des outils pour la fabrication-Source Auteurs

Désignation	Prix	Quantité	Total	Fournisseuses
Lunettes de Sécurité	500 DA	3	1500 DA	Algérie Equipement de Protection, Algérie EPI
Protection auditive	1 950 DA	3	5 850 DA	Algérie Equipement de Protection, Algérie EPI

Tableau 12 Liste des moyens de protection-Source Auteurs

Prix total du matériel **117550DA**

Assurances	100000DA par an
Téléphone, internet	5000 DA par mois.
Transports	20000DA par mois
Eau, électricité, gaz	30000DA par mois
Budget publicité et communication	50000DA par mois

Tableau 13 Les factures fixes-Source Auteurs

Prix total **205 000 DA**

1.10.3. Engagements financiers pour la protection de la propriété intellectuelle :

Dépôt marque, brevet, modèle	Dépôt de marque : 50 000 DA à 200 000 DA Brevet ou modèle : 500 000 DA à 2 000 000 DA
Caution ou dépôt de garantie	Frais de constitution de dossiers juridiques, administratifs, etc. : 50 000 DA à 500 000 DA
Frais de notaire ou d'avocat	Honoraires de notaire ou d'avocat pour la rédaction de contrats : 100 000 DA à 500 000 DA
Enseigne et éléments de communication	Signalétique et supports de communication : 50 000 DA à 500 000 DA
Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz-...)	Compteurs d'eau et d'électricité : 50 000 DA à 100 000 DA

Prix total **350 000 DA à 400 000 DA**

Tableau 14 Les frais de la protection de la propriété intellectuelle-Source Auteurs

1.10.4. Salaires des employés et des dirigeants de l'entreprise

	Fonction	Salaires employés
Salaires des employés	Techniciens en installation et maintenance	30 000 DA /mois
	Responsable de production	40000 DA /mois
	Responsable marketing et communication	35 000 DA /mois
	Assistant administratif	20 000 DA /mois
	Architecte	50 000 DA/ mois
Rémunération nette dirigeant	Peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que les performances de l'entreprise	80 000 DA / mois

Tableau 15 Salaires des employés et des dirigeants de l'entreprise-Source Auteurs

1.11. Sources de revenus

Vente de notre appareil : La principale source de revenus provient de la vente de notre appareil de recyclage d'eau lui-même. Nous fixons un prix de vente pour chaque unité vendue, en tenant compte des coûts de production, des marges bénéficiaires souhaitées et de la demande du marché

Contrats de service : Nous pouvons également proposer des contrats de service aux clients qui utilisent notre appareil. Ces contrats peuvent inclure des services de maintenance régulière, de réparation, de remplacement de pièces et d'assistance technique. Les clients paient périodiquement pour ces services, ce qui génère des revenus récurrents.

Fourniture de consommables : Nous pouvons également envisager de fournir des consommables nécessaires au bon fonctionnement de notre appareil, tels que des filtres, des produits chimiques spécifiques, des pièces de rechange, etc. Ces consommables sont vendus aux clients à des prix rentables

Services de consultation : Si nous avons une expertise approfondie dans le domaine du recyclage de l'eau, nous pouvons proposer des services de consultation aux clients intéressés. Cela peut inclure des études de faisabilité, des conseils sur l'optimisation de la consommation d'eau, des recommandations sur les meilleures pratiques de gestion de l'eau, etc. Ces services de consultation sont facturés à l'heure ou sous forme de forfaits personnalisés...

Pour notre cas spécifique de hammam situé le sous-sol avec un local technique, nous avons prévu d'installer 4 monoblocs, chacun composé de deux unités de recyclage (UR). Cela signifie que nous aurons un total de 8 unités de recyclage UR, réparties dans ces quatre monoblocs.

Dans le tableau suivant, nous résumons la quantité d'appareils et les prix unitaires correspondants, ainsi que le prix total pour chaque élément

Produits	Valeurs
Quantité de produit	4 Monoblocs
Prix unitaire	619744,84 DA
Revenue totale	2478979,36DA

Tableau 16 Tableau récapitulatif des quantités et des prix des appareils

Pourcentage d'augmentation du chiffre d'affaires entre chaque mois la première année puis la deuxième année :

Le pourcentage d'augmentation du chiffre d'affaires entre chaque mois peut varier en fonction de divers facteurs tels que la saisonnalité, la croissance du marché, la demande des clients, etc.

Première année:

Mois 1 à Mois 2 : Nous anticipons une augmentation de 8% du chiffre d'affaires. Cette augmentation s'explique par la sensibilisation croissante des clients aux avantages de notre appareil de recyclage des eaux usées, ce qui entraîne une augmentation des ventes.

Mois 2 à Mois 3 : Nous prévoyons une augmentation de 10% du chiffre d'affaires. Cette croissance est due à la satisfaction des clients existants, qui se traduit par des recommandations positives et une augmentation du nombre de clients potentiels.

Mois 3 à Mois 4 : Nous estimons une augmentation de 12% du chiffre d'affaires. Au fur et à mesure que notre réputation se renforce et que la demande augmente, nous sommes en mesure d'atteindre de nouveaux segments de marché et de réaliser des ventes supplémentaires

Deuxième année:

Mois 13 à Mois 14 : Nous prévoyons une augmentation de 15% du chiffre d'affaires. Avec notre présence établie sur le marché et une base de clients fidèles, nous bénéficions d'une croissance continue grâce à des ventes récurrentes et à la confiance des clients existants

Mois 14 à Mois 15 : Nous anticipons une augmentation de 10% du chiffre d'affaires. Cette croissance est soutenue par nos initiatives de marketing et de communication ciblées, qui élargissent notre portée et attirent de nouveaux clients potentiels.

Mois 15 à Mois 16 : Nous estimons une augmentation de 18% du chiffre d'affaires. Grâce à notre engagement continu envers l'innovation et l'amélioration de notre appareil de recyclage des eaux usées, nous sommes en mesure de maintenir une croissance constante et de satisfaire les besoins changeants du marché.

CHAPITRE 4 : Modèle préliminaire

Le recyclage des eaux usées est devenu un sujet d'une importance cruciale dans le contexte actuel de raréfaction des ressources en eau et de préoccupation croissante pour l'environnement. Avec l'augmentation de la population mondiale, l'urbanisation rapide et l'industrialisation, la demande en eau douce ne cesse de croître, tandis que les sources d'eau potable se font de plus en plus limitées. Dans ce contexte, le recyclage des eaux usées émerge comme une solution prometteuse pour préserver et gérer de manière durable cette ressource vitale. Le recyclage des eaux usées consiste à traiter les eaux qui ont été utilisées dans les foyers, les industries, et systèmes d'assainissement, afin de les rendre de nouveau utilisables pour diverses applications, comme l'irrigation agricole, l'industrie, le rechargement des nappes phréatiques ou même la consommation humaine.

Ce processus permet de réduire la pression exercée sur les ressources en eau douce, de minimiser la pollution des cours d'eau et des écosystèmes, et de préserver ainsi notre environnement.

Le recyclage des eaux usées comprend plusieurs étapes de traitement avancées qui éliminent les contaminants et les impuretés présents dans les eaux usées. Parmi ces étapes, on trouve la filtration, l'élimination des matières solides, la désinfection et même des processus d'élimination des produits chimiques et des polluants. Les technologies, utilisées dans le recyclage des eaux usées sont en constante évolution, permettant d'obtenir des eaux de qualité comparable à celle de l'eau potable, voire même supérieure dans certains cas.

Le recyclage des eaux usées présente de nombreux avantages. Tout d'abord, il offre une source alternative et fiable dans les endroits où les ressources en eau douce sont limitées. Cela peut contribuer à réduire la dépendance à l'égard des sources traditionnelles, comme les rivières et les nappes souterraines, qui peuvent être surexploitées. De plus, en réutilisant les eaux usées, on réduit également le volume d'eau qui doit être traité dans les stations d'épuration, ce qui permet d'économiser des ressources et de réduire les coûts.

Dans cette perspective, ce chapitre se propose de présenter le procédé de recyclage des eaux usées au sein du hammam. Nous aborderons également les différentes utilisations de l'eau recyclée et le circuit emprunté. En explorant les aspects techniques, environnementaux et spatiaux du recyclage des eaux usées, nous pourrions mieux comprendre son potentiel.

Compte tenu du caractère encore expérimental de ce modèle préliminaire proposé, d'autres solutions alternatives seront apportées pour assurer une alimentation constante et totale au hammam, dont une exploitation minimale au puits comme source supplémentaire, en plus de l'utilisation des eaux stockées au niveau du minaret de la mosquée projetée à proximité du hammam.

Le recyclage des eaux usées comme solution alternative à la surconsommation hydrique

L'apport énergétique, notamment hydrique qu'utilise le hammam représente aujourd'hui plus que jamais une menace pour la pérennité des eaux, qu'elles soient souterraines ou surfaciques. Bien que le hammam soit approvisionné en quantité suffisante pour assurer le bon fonctionnement de ce dernier, il n'empêche qu'il participe d'une façon ou d'une autre à l'épuisement des ressources naturelles. Une méthode exhaustive et fiable est donc nécessaire

pour sensibiliser et responsabiliser les premiers acteurs concernés quant à la nécessité de consommer les quantités suffisantes au bon fonctionnement de leur activité dans le respect de l'environnement. Ce compromis est d'autant plus important compte tenu de l'état alarmant de la situation hydrique en Algérie, et du gaspillage abondant de l'eau sans possibilité de traitement ou de réutilisation. Pour y remédier, introduire un système en boucle fermé, indépendant de récupération des eaux usées a été mis en place pour répondre à cette problématique.

Dans le cadre du développement de ce procédé de traitement des eaux usées au sein du hammam, l'emploi d'une méthodologie à une échelle plus grande par rapport à leur utilisation actuelle et plus petite par rapport aux usines de dessalement des eaux usées qu'on trouve sur le territoire national, semble le plus approprié, non seulement pour l'obtention de taux de performances énergétiques, notamment hydriques plus élevés mais aussi pour garantir une protection sanitaire optimale.

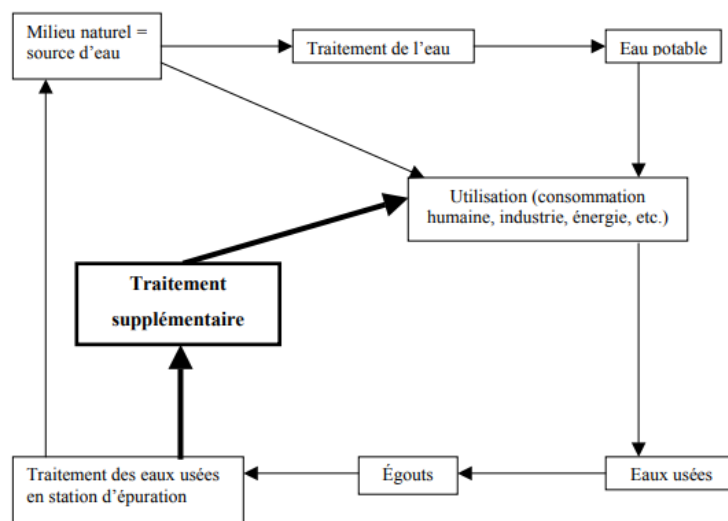


Figure 79la réutilisation des eaux usées épurées dans le cycle de l'assainissement.

Source : https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/2004/Etude2004_2/REURapport_1_.pdf

La réutilisation des eaux utilisées épurées ou « REUE » est un procédé qui se vulgarise de plus en plus dans le monde industriel. Ce qui, il y a quelques années ne se limitait qu'au profit de l'état pour assurer l'approvisionnement en eau à toute la population nationale a commencé à trouver des partisans dans différents domaines et à différentes échelles. Ainsi ce procédé a pu servir à alimenter des maisons puis des villes entières en eau recyclée et saine.

Les eaux usées sont les eaux rejetées par les collectivités et les industries, puis acheminées par les égouts en station d'épuration afin d'être traitées. Comme le montre cette figure ci-dessous, dans le cycle d'assainissement des eaux « classiques », celles-ci sont rejetées dans le milieu naturel. Ce que propose la REUE c'est de les récupérer directement après épuration, de les traiter à nouveau pour pouvoir les réutiliser pour toutes sortes d'usages. Cette méthode permet d'agir à deux niveaux : elle évite les rejets d'eaux issues en station d'épuration dans l'environnement, en plus de constituer un approvisionnement supplémentaire en court-circuitant le cycle d'assainissement.

Dans le cas présent, créer un hammam indépendant peut résoudre deux soucis majeurs : le traitement des eaux usées sur place sans passer par le cycle de rejets standard, et la récupération d'un pourcentage très élevé des eaux utilisées pour la réalimentation du hammam,

quant aux pertes elles serviront à l'irrigation des jardins. Cette méthode permettra de consommer la même quantité habituelle, sans pour autant gaspiller cette dernière.

Tout ceci sera possible grâce à la fusion de deux procédés bien connus dans ce domaine-là, l'ultrafiltration : sa principale fonction est l'élimination des virus et des bactéries présents dans l'eau à travers la succession d'une série de pré filtres. Fonctionnant comme un tamis de 0.01μ ou bien d'éléments chimiques et organiques sont filtrées. Une fois stockées dans des réservoirs appropriés dans les locaux techniques du hammam, les eaux traitées devront passer par un système de recyclage, qui se chargera de les traiter à nouveau en faisant intervenir une désinfection par rayons UV. La combinaison de ces deux systèmes pour les adapter au hammam va sauvegarder les eaux utilisées tout en certifiant une qualité supérieure.

Les eaux usées sont fortement chargées en polluants et en contaminants divers, et ces derniers varient d'une utilisation à une autre, ce qui pose le problème des risques sanitaires liés à une REUE et des traitements accommodés au hammam. Le premier objectif de cette étude est de faire une synthèse des connaissances actuelles au sujet du traitement des eaux usées des procédés initialement évoqués, et d'en tirer des éléments de conclusion sur la nature et le niveau des performances qu'ils proposent. Le deuxième objectif est, à partir des connaissances théoriques et des résultats obtenus à partir d'échantillons prélevés au niveau du hammam, d'étudier la faisabilité d'un projet de REUE indépendant au niveau d'un hammam à Mostaganem en plus d'effectuer les ajustements à établir à cet appareillage en fonction des besoins hydriques, des exigences de protection sanitaires et du contexte architectural.

1.1. Traitement des eaux usées

Comme nous l'avons précédemment mentionné, le hammam est très consommateur en énergie. En prenant un échantillon pour étudier sa consommation d'eau et d'électricité, nous avons remarqué que la quantité de ces ressources utilisée par le hammam était beaucoup plus importante que ce à quoi on s'attendait initialement.

Nous proposons d'étudier toutes les méthodes standards pour la récupération des eaux usées dans le hammam. Nous examinerons attentivement l'efficacité, la sûreté et l'impact environnemental de chaque solution afin de trouver celle qui est la plus adaptée à nos besoins. Une fois que nous aurons identifiés et analysés les différents systèmes disponibles, nous prendrons une décision quant à celui qui sera le plus appropriée pour notre installation.

Ainsi que Les méthodes d'optimisation de l'énergie utilisées dans le hammam sont conçues pour exploiter les ressources renouvelables adaptées à notre prototype. Cela permet une meilleure efficacité énergétique et un fonctionnement plus durable, tout en réduisant les coûts opératoires et la consommation globale des combustibles fossiles. Notre solution innovante assure que le bâtiment est doté des technologies modernes nécessaires pour optimiser sa performance énergétique tout en offrant une expérience confortable aux clients du hammam.

1.1.1. Les filières de traitement des eaux usées

L'épuration des eaux usées urbaines s'inscrit dans une démarche de protection de notre environnement et de préservation de nos ressources en eau. Le choix du procédé de traitement dépend de la nature ainsi que la quantité des eaux à épurer (Figure 80 Les étapes de traitement des eaux usées).

❖ Le traitement primaire

Il permet d'éliminer de l'eau les matières en suspension (déchets grossiers, sables...) et les huiles. Ce traitement comprend plusieurs opérations :

- Le dégrillage retient, par des grilles les déchets de bois, papiers, plastiques...
- Le dessablage retient la terre et le sable susceptibles d'endommager les pompes ou de créer des dépôts dans les bassins.
- Le déshuilage favorise, par injection de fines bulles d'air ou statiquement, la flottation des huiles et des graisses qui sont séparées par raclage en surface.
- La décantation primaire permet aux matières en suspension de se déposer par simple gravité sous forme de boues, recueillies ensuite par pompage de fond

❖ **Le traitement secondaire**

Le traitement secondaire élimine les matières en solution dans l'eau (matières organiques, substances minérales...).

Deux types de traitements sont utilisés :

Les traitements biologiques sont appliqués aux matières organiques (biodégradables) ; les traitements physico-chimiques aux matières non organiques (non biodégradables).

a. Le traitement biologique

Les eaux arrivent dans un bassin où sont développées des cultures de micro-organismes. Les impuretés sont alors digérées par ces êtres vivants microscopiques et transformées en boues. On reproduit ici l'autoépuration naturelle que l'on peut observer dans les rivières : sous l'action d'un brassage mécanique ou d'un apport d'air, les micro-organismes se reproduisent très rapidement ; ils se nourrissent de la pollution organique et du dioxygène de l'air pour produire du gaz carbonique et de l'eau.

Le traitement biologique est le procédé le plus utilisé pour restaurer la qualité de l'eau en la débarrassant de ses principales impuretés. Il est indispensable, mais insuffisant : en dessous de 5 ° C l'activité bactérienne est stoppée. Les bactéries éliminent difficilement les phosphates, les éléments toxiques et les polluants non biodégradables.

b. Les traitements physico-chimiques

Ils consistent à transformer chimiquement, à l'aide de réactifs, les éléments polluants non biodégradables.

Ces traitements sont mis en œuvre pour répondre à des enjeux particuliers (recherche de performances très élevées), ou lorsque le traitement biologique n'est pas possible (contraintes de place ou de température, variations subites de charge polluante).

Les procédés qui s'appliquent aux matières en suspension (MES) :

- La floculation, c'est-à-dire la précipitation de ces matières sous l'effet de réactifs chimiques, permet d'accélérer et de compléter leur décantation.
- La centrifugation est employée pour les rejets fortement chargés en MES et ayant une faible vitesse de décantation.
- La filtration s'applique à des MES peu nombreuses et de petite taille

- Les principaux procédés de traitement des matières en solution :
- L'oxydation et la réduction chimique transforment certains polluants en substances non toxiques, au moyen d'oxydants et de réducteurs chimiques.
- L'osmose inverse consiste en une filtration moléculaire qui élimine les matières polluantes.

❖ **Le traitement tertiaire**

Toutefois, elles peuvent quelquefois faire l'objet d'un traitement complémentaire le but, soit d'une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles, soit de la protection du milieu récepteur pour des usages spécifiques.

La désinfection est appliquée dans le cas d'un milieu récepteur sensible (zone de baignade ou de conchyliculture...) car une épuration classique n'élimine pas la pollution bactériologique. On ajoute le plus souvent du chlore en sortie de station d'épuration dans un bassin de « contact » ou on traite aux ultraviolets.

Les traitements destinés à éliminer l'azote et le phosphore sont des traitements complémentaires. Ils concernent maintenant la majorité des stations d'épuration.

❖ **Le traitement des boues**

En fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement ayant pour objectif de réduire leur volume

a. L'Épaississement

Il s'agit de la première étape de traitement des boues, qui s'opère en général avant le mélange des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux usées (boues primaires, secondaires, et éventuellement tertiaires). Cette étape peut être précédée de l'ajout de flocculants organiques de synthèse (poly électrolytes) ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium), afin de faciliter la séparation des phases solide et liquide des boues.

b. La déshydratation

La déshydratation permet de diminuer la teneur en eau des boues, et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15 à 40%, variable selon la filière de traitement des eaux, la nature des boues et la technique de déshydratation utilisée. Elle s'opère sur un mélange de boues primaire, secondaire voire tertiaire.

c. Le séchage

Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente.

d. Destinations des boues

- l'épandage agricole qui représente une valorisation de ce sous-produit fertilisant (amendement organique contenant de l'azote, du phosphore et de la matière organique).
- l'élaboration de compost par incorporation de paille ou de sciure ou de déchets verts. Le compost peut ensuite être utilisé pour l'épandage agricole.

- l'incinération pour quelques grosses unités ou lorsqu'une installation locale existe déjà pour les ordures ménagères.

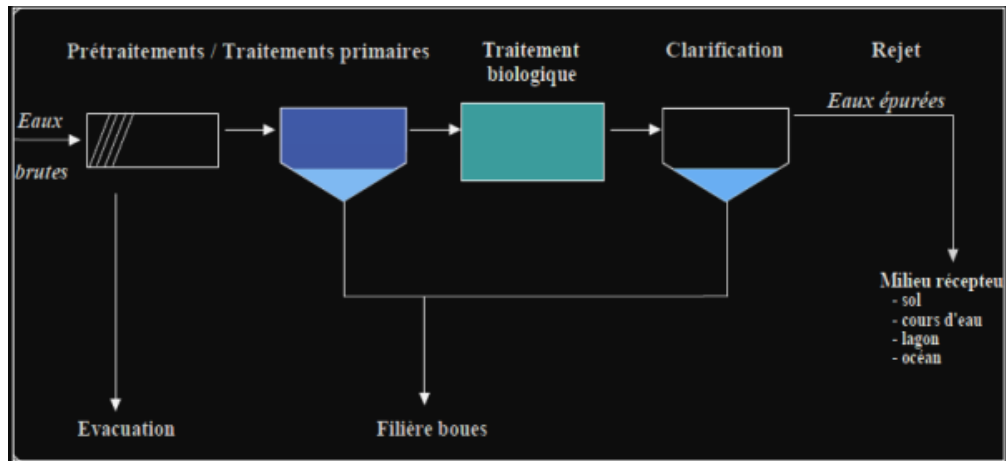


Figure 80 Les étapes de traitement des eaux usées. Source : <https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2019/09/Labbaci-Haytem.pdf>

5.2.2.2. Les techniques de récupération des eaux usées :

❖ L'ultrafiltration

Une méthode de filtration de l'eau (Figure 81) Les différents niveaux de filtration. Ce système de filtration d'eau permet l'élimination d'un grand nombre d'impuretés présentes dans l'eau. Sa principale fonction est d'éliminer les virus et les bactéries présents dans l'eau.

Tout d'abord, le système est équipé d'un filtre polypropylène, un filtre bloc de charbon actif et un filtre à granulé de charbon actif. Le premier filtre permet d'éliminer les grosses impuretés telles que le sable et les poussières. Ensuite viennent les filtres à charbon actif qui vont éliminer le chlore ainsi que les molécules organiques.

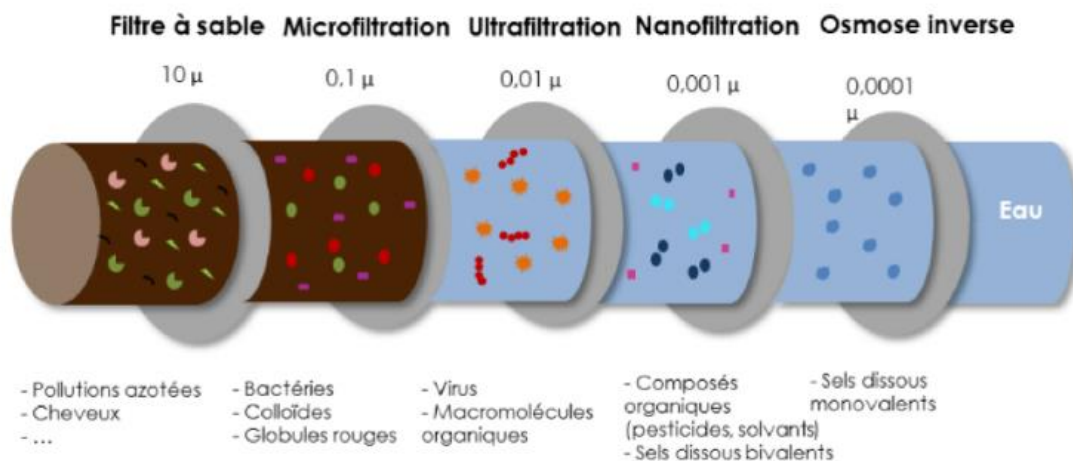


Figure 81 Les différents niveaux de filtration

Source : <https://www.josmose.fr/blog/81-qu-est-ce-que-l-ultrafiltration>

Application : HydroFilter, vers une gestion rationnelle hydrique au sein du hammam



Figure 82 Vue d'ensemble du système HydroFilter Source : Auteurs

Le système adopté est conçu pour être compact, facile à installer et à entretenir, ce qui le rend idéal pour une intégration dans notre hammam. Nous pouvons adapter ce système de récupération des eaux usées pour recueillir et traiter l'eau utilisée dans la salle chaude (jabya) du hammam, puis la réutiliser de manière efficace. Il s'agit de raccorder un appareil : l'HydroFilter, à la tuyauterie du hammam de telle sorte que les eaux usées soient épurées puis redistribuées à nouveau pour une alimentation hydrique en boucle fermée du hammam.

1. Spatialisation du système

Le processus de recyclage de l'eau de la salle chaude du hammam avec ce système se fait au sous-sol du hammam, dans les locaux techniques conçus et aménagés à cet effet. Le circuit des eaux usées se fait comme suite :

Tout d'abord, les eaux usées de la salle chaude sont collectées et stockées dans une citerne d'une capacité de 100 m³ occupant la surface de 22 m². Ensuite, ces eaux sont acheminées vers 4 monoblocs -chacun constitué de 2 unités de traitement-, à travers une canalisation de diamètre de 0,07 m, où elles sont efficacement distribuées pour être traitées. Une fois ces eaux usées purifiées, elles sont dirigées vers les réservoirs d'une capacité de stockage de 120 m³ pour être ensuite chauffées par l'intermédiaire de chaudières, et enfin être redistribuées à nouveau pour l'alimentation de la salle chaude.

La circulation traversante crée un cheminement clair et précis, aboutissant aux espaces dédiés à l'opération de traitement des eaux usées, facilitant ainsi l'intervention des techniciens en cas d'éventuelles réparations ou activités de maintenance.

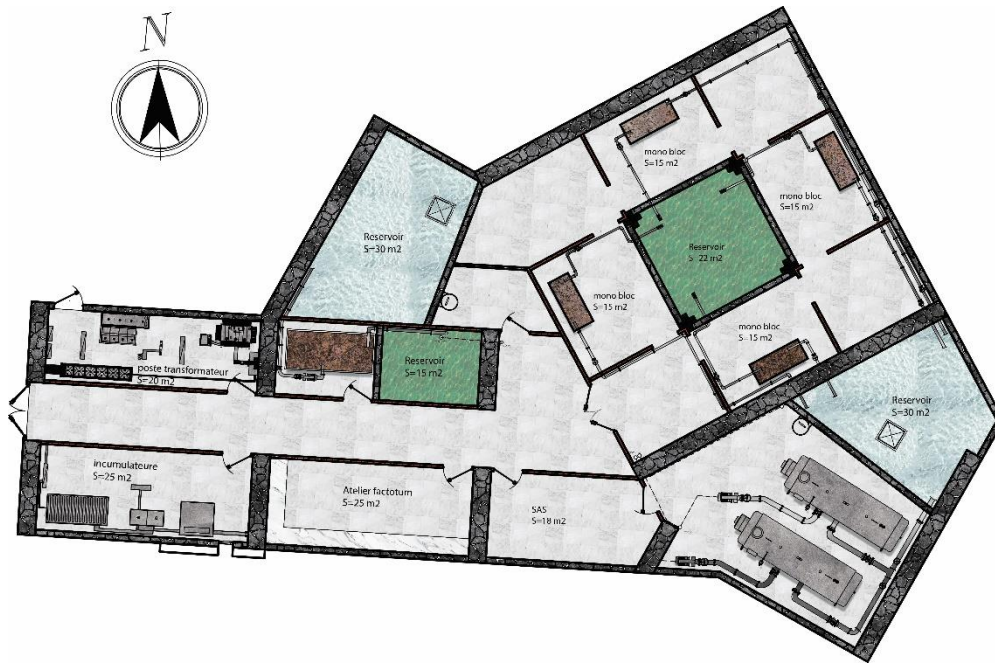


Figure 83 Plan du sous-sol du hammam vert montrant le processus de recyclage des eaux usées à travers ses dimensions spatiales Source : Auteurs

2. Traitement des eaux du hammam

Nous nous sommes concentrées sur le traitement des eaux usées grises du hammam du fait qu'elles représentent la principale source de distribution et donc, de gaspillage au sein de cet équipement hydrogivre. Il vise à réduire les polluants présents dans ces eaux afin de les rendre propres pour être réutilisées à nouveau. Le système HydroFilter se présente sous forme de monoblocs, chacun composé de 2 unités de recyclage pouvant épurer jusqu'à 20l/min pour une capacité -revue à la baisse- de consommation moyenne du hammam de 1600 m³/jour pour 40 usages. En effet, sans ce dispositif, le hammam consommerait 4 fois plus d'eau, l'équivalent de 6400 m³.

Les monoblocs en question sont équipés de modules de traitement avancés qui effectuent plusieurs étapes de filtration biologique, de décantation, de désinfection et d'exposition aux UV. Ces étapes permettent d'éliminer les impuretés solides, les particules, les bactéries, les virus, les produits chimiques et autres contaminants présents dans les eaux du hammam, garantissant ainsi la qualité de l'eau traitée.

2.1. Description de monobloc :

Le monobloc de dimensions (280*300*400cm) est recouvert d'un gabarit en aluminium non oxydable qui offre une protection contre l'oxydation et les dommages causés par l'eau et l'humidité présentes dans le hammam. Il combine deux unités de recyclage UR, d'une capacité de recyclage de 20l/min à 30l/min, permettant l'épuration de 40l/min l'équivalent de 10 unités de jabya remplies d'eau.

Dimensions du monobloc (cm)

- Largeur : 300
- Hauteur : 280
- Epaisseur : 40

Masse volumique (m3)

3.36

Capacité de recyclage (l/min)

10 jabya = 40

Tableau 17 Caractéristiques de monobloc Source : Auteurs

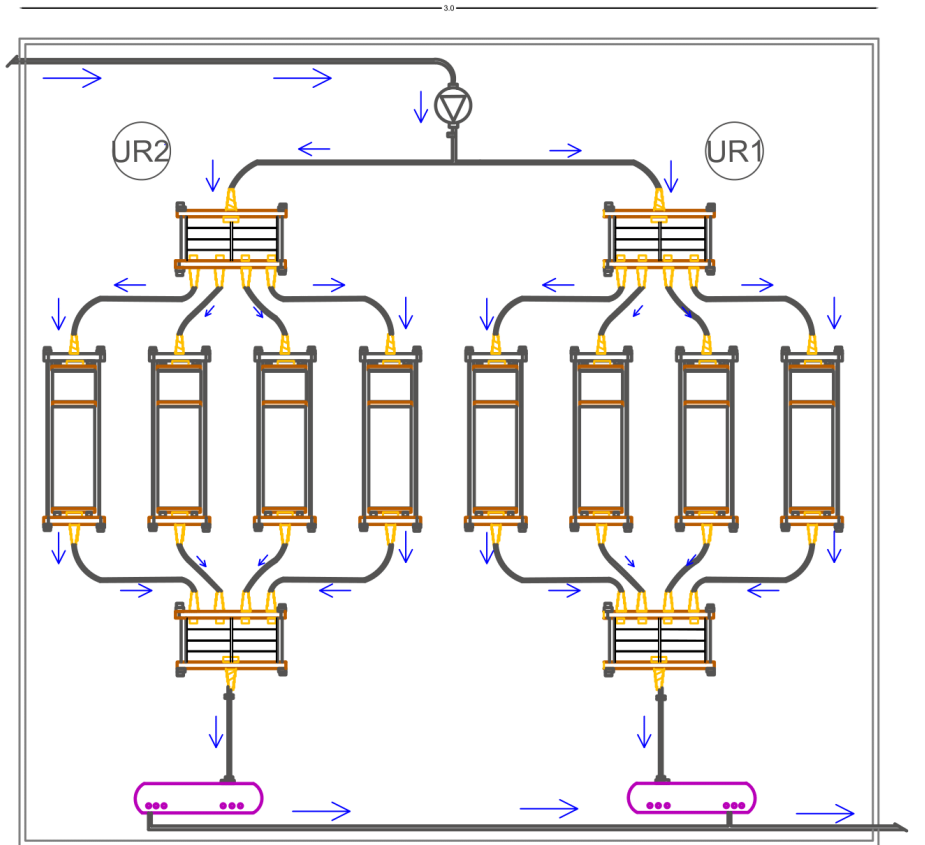


Figure 84 Composition du monobloc de l'HydroFilter et du circuit de traitement des eaux usées Source : Auteurs

L'eau après avoir été récupérée est soumise à plusieurs étapes dont :

- La sédimentation
- La flottation
- La flottation à air dissous
- Le fractionnement de la mousse
- Traitement par un bioréacteur aérobie
- La désinfection de l'eau nettoyée avec une lumière UV puissante.

Les grandes particules comme les cellules de la peau sont piégées par une couche de sable compressé. Les particules plus fines sont absorbées par une couche de charbon actif compressé, y compris certains produits chimiques comme les nitrates (dans la sueur), les sulfates (dans le savon), le chlore et le fluor (dans l'eau du réseau). Pour finir, la lampe UV est utilisée afin de stériliser l'eau pour que les bactéries ne puissent plus se reproduire.

2.2. Etapes de filtration

❖ Phase 1 :

L'eau passe par une quantité de filtres avant de servir à nouveau. Quatre filtres sont nécessaires pour avoir un débit approprié de 40l/min. Ainsi, nous avons le :

- L'eau entre dans le système de filtration et traverse un filtre à tamis de type siphon, similaire à celui d'un évier de cuisine. Ce filtre retient les cheveux, les gros objets et les débris visibles présents dans l'eau, assurant ainsi une protection contre les obstructions et permettant un débit approprié de 40 litres par minute.

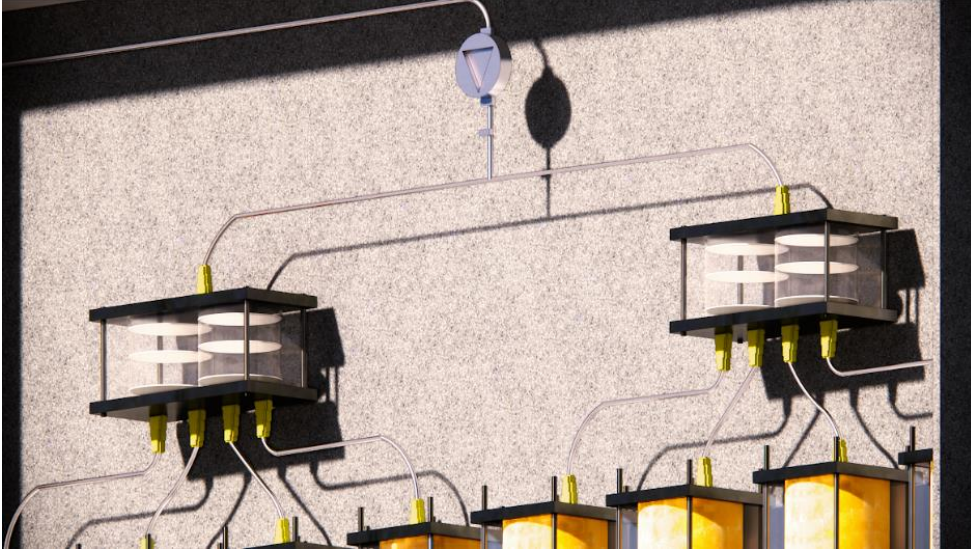


Figure 85 Phase 1 de filtration (filtre à tamis) Source : Auteure

❖ **Phase 2 :**

Dans cette phase, l'eau filtrée dans la première étape passe à travers un filtre en microfibrilles ou en géotextile. Ce filtre joue un rôle essentiel dans la filtration des éléments solides résiduels qui auraient pu échapper au filtre à tamis. Il agit également comme une maille fine pour capturer les particules indésirables supplémentaires, garantissant ainsi une eau plus pure.



Figure 86 Phase 2 de filtration (filtres géotextile et à sable) Source : Auteurs

❖ Phase 3 :

La troisième phase de filtration implique l'utilisation d'un filtre à charbon actif. Ce filtre a pour but de clarifier l'eau en éliminant les impuretés telles que la couleur, l'odeur et les produits chimiques. Le charbon actif adsorbe les substances indésirables, laissant une eau plus propre et plus saine.

Enfin, l'eau filtrée passe par une dernière étape de stérilisation à l'aide d'une lumière UV. Cette étape permet de tuer les bactéries potentiellement dangereuses présentes dans l'eau, assurant ainsi une désinfection complète.

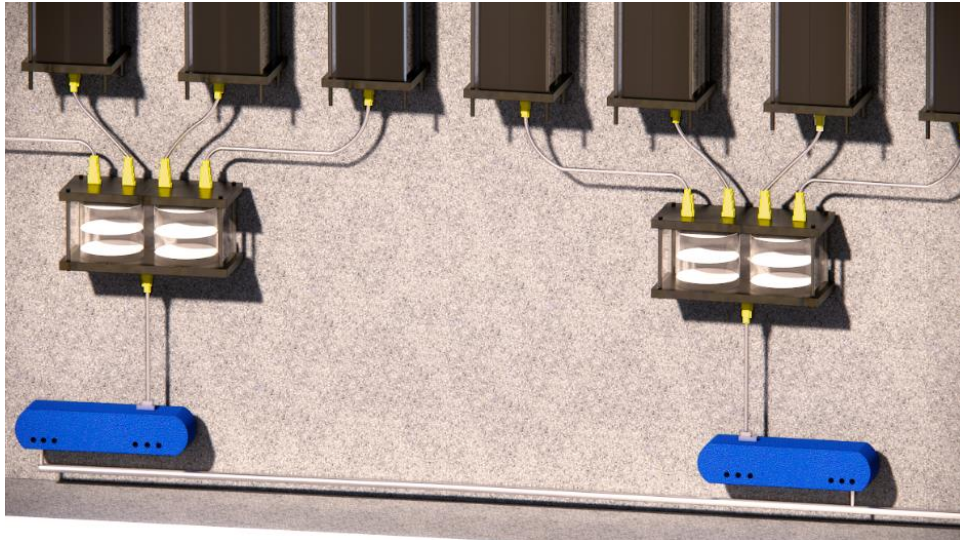


Figure 87 Phase 3 de filtration (filtre à charbon actif, lumière UV) Source : Auteurs

Une fois le traitement terminé, l'eau récupérée est stockée dans un réservoir dédié à l'intérieur du hammam d'une capacité de 120 m³. Pour assurer son utilisation dans la salle chaude (jabya), elle est dirigée vers la chaudière par une canalisation de diamètre de 0,18 m afin d'être chauffée à nouveau. Une fois chauffée, l'eau est acheminée vers la salle chaude du hammam grâce à une pompe d'une capacité de 12 m³/h.

L'intégration de ce système dans notre hammam nous permettrait de réduire considérablement notre consommation d'eau potable en recyclant et en réutilisant jusqu'à 85% de l'eau de la salle chaude. Cela contribuerait à une gestion plus durable de l'eau, tout en préservant les ressources et en réduisant notre empreinte environnementale de manière significative.

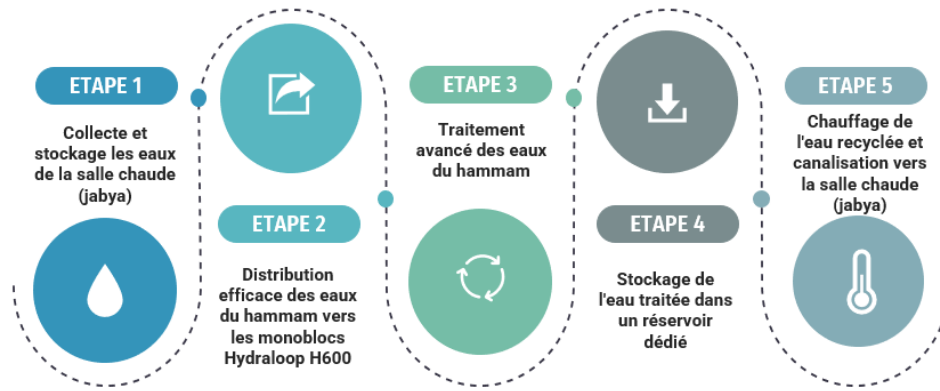


Figure 88 Schéma du processus de recyclage des eaux usées du hammam-Source Auteurs

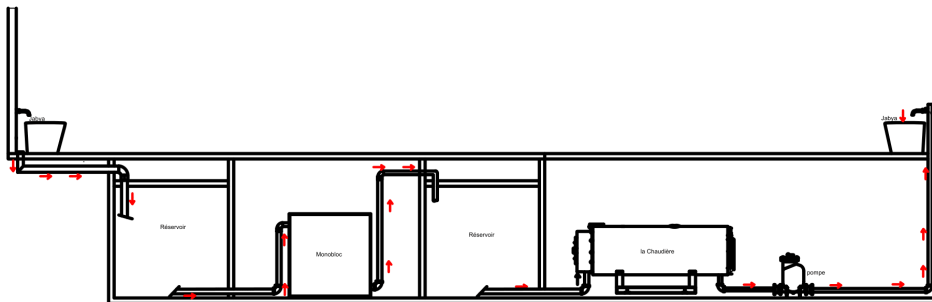


Figure 89 Schémas explicatif du processus de recyclage des eaux usées du hammam-Source Auteurs

2.3. Présentation d'unité de recyclage UR :

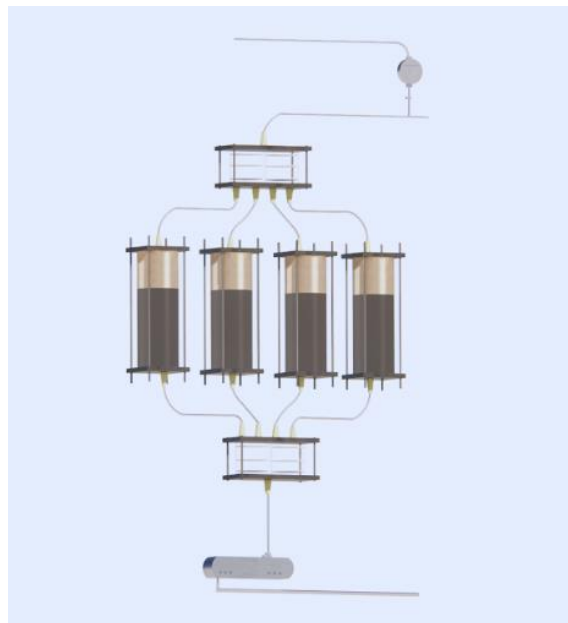


Figure 90 Vue d'ensemble sur l'unité de recyclage qui compose le monobloc Source : Auteurs

Description :

L'unité de recyclage de notre monobloc est un élément essentiel de notre système de purification de l'eau. Elle se compose de deux parties distinctes, la première est pour les boîtes à filtres et la deuxième de lampe UV ayant une capacité de recyclage de 20 litres par minute.

Chaque unité de recyclage est conçue pour fonctionner de manière autonome, assurant ainsi une purification efficace de l'eau. Grâce à sa capacité de recyclage de 20 litres par minute, notre appareil peut traiter de grandes quantités d'eau en peu de temps, permettant ainsi une utilisation optimale dans les hammams et autres installations similaires.

Chaque filtre contenu dans l'unité de recyclage est capable de traiter un débit de recyclage de 6,6 litres par minute, garantissant ainsi une filtration adéquate de l'eau. Ces filtres jouent un rôle crucial dans l'élimination des impuretés, des contaminants et des substances indésirables présents dans l'eau usée du hammam, assurant ainsi une eau purifiée de haute qualité.

L'unité de recyclage est conçue avec des matériaux de haute qualité et une construction solide pour assurer sa durabilité et sa fiabilité à long terme.

Dimensions de l'unité de recyclage (cm)

- **Longueur : 180**
- **Hauteur : 280**
- **Epaisseur : 40**

Capacité de recyclage (l/min)

20

Débit de recyclage de chaque filtre (l/min)

6.6

Tableau 18 Caractéristiques d'unité de recyclage UR Source : Auteurs

2.4. Composantes de l'unité de recyclage :

Le système interne se compose de deux parties distinctes : la boîte de filtre et la lampe UV. La première est elle-même divisée en deux sections, l'une dédiée à la filtration des impuretés solides et l'autre est réservée aux composants chimiques.

L'eau arrive par la partie supérieure, ou elle est acheminée à travers les différents filtres, elle poursuit ensuite son chemin, passant par la lampe UV pour garantissant une qualité d'eau propre et saine. Au fur et à mesure que l'eau progresse vers la partie inférieure, elle est purifiée à travers différents procédés, à savoir la filtration qui élimine les particules et les impuretés de l'eau, la désinfection qui tue les organismes pathogènes, la décantation qui sépare les solides en suspension et la bioépuration qui utilise des micro-organismes pour décomposer les contaminants organiques.

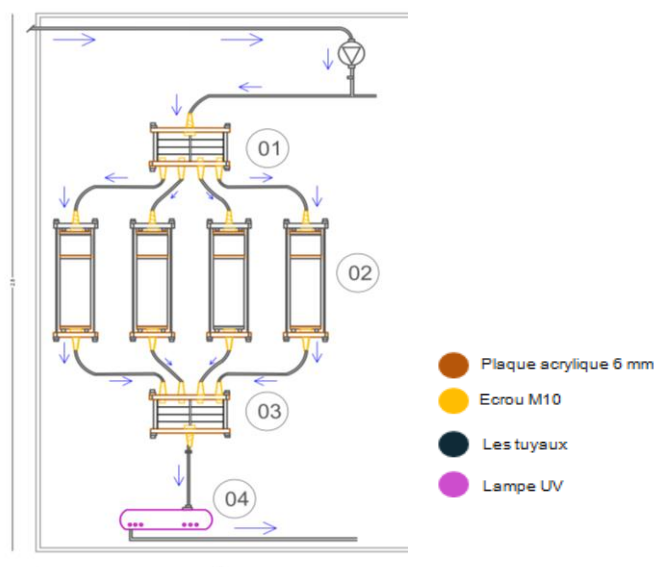


Figure 91: Les composantes de l'Unité de recyclage Source : Auteurs

❖ Filtre à tamis

Il s'agit d'un dispositif de dimensions (0.4*0.2cm) qui permet de séparer les solides de petite taille présents dans les eaux usées, tels que les débris, les particules de nourriture, les cheveux etc. Le filtre à tamis retient ces solides indésirables tout en permettant à l'eau de passer à travers. L'eau passe donc à travers un tamis fin ou une grille avec de petits trous, les solides plus gros que les trous du tamis sont bloqués et s'accumulent à la surface de ce dernier. Pour maintenir son efficacité, il est nécessaire de le nettoyer régulièrement ou de le remplacer. Cela peut être fait manuellement ou automatiquement, selon le type de système utilisé. Certains filtres à tamis sont équipés de mécanismes de nettoyage automatique, tels que des jets d'eau ou des brosses rotatives qui aident à éliminer les solides retenus sur le tamis, préservant ainsi la qualité de l'eau recyclée.

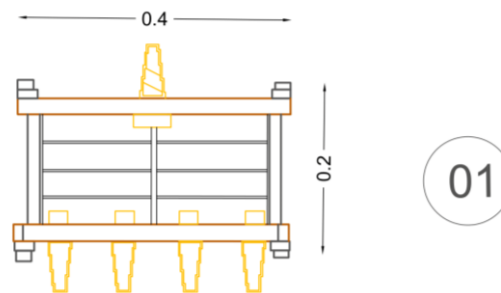


Figure 92 Schémas de filtre à tamis-Source Auteurs

❖ Filtre géotextile/microfibre

Les filtres en microfibre de dimensions (0.2*0.6cm) sont fabriqués à partir de fibres synthétiques très fines, généralement en polyester ou en polypropylène, qui sont tissées ensemble pour former un matériau dense et filtrant. Les fibres fines retiennent les particules solides, les sédiments, les débris et d'autres contaminants présents dans l'eau, tandis que l'eau propre passe à travers le filtre. Les filtres en microfibre peuvent être utilisés à différents stades du processus de recyclage des eaux usées. Par exemple, ils peuvent être utilisés en amont du traitement biologique pour éliminer les grosses particules et les matières en suspension, ou en aval pour éliminer les résidus restants avant que l'eau recyclée ne soit réutilisée.

Ces filtres doivent être entretenus régulièrement, car les particules retenues peuvent s'accumuler et obstruer le filtre. Le nettoyage ou le remplacement périodique du filtre en microfibre est nécessaire pour assurer un bon fonctionnement du système de recyclage des eaux usées.

❖ Filtre à sable

Il s'agit d'un moyen naturel, écologique, économique et efficace de purifier l'eau en utilisant des couches de sable et de gravier pour filtrer les contaminants. Le fonctionnement d'un filtre à sable dans le système de l'HydroFilter est assez simple. Les eaux usées passent à travers une série de couches de sable et de gravier de différentes granulométries. Ces couches agissent comme des médias filtrants, retenant les particules solides, les matières organiques et certains types de micro-organismes présents dans l'eau.

Lorsque les eaux usées passent à travers le filtre à sable, les particules plus grosses sont piégées dans les premières couches de gravier, tandis que les particules plus fines sont retenues dans les couches de sable plus fines situées en aval. Les micro-organismes présents dans le filtre

à sable dégradent les matières organiques, contribuant ainsi à l'épuration de l'eau. Au fur et à mesure que l'eau traverse le filtre à sable, elle devient de plus en plus claire et propre.

Dans certains cas, un traitement supplémentaire peut être nécessaire pour rendre l'eau potable. C'est pourquoi il est nécessaire de rajouter le filtre à charbon actif.

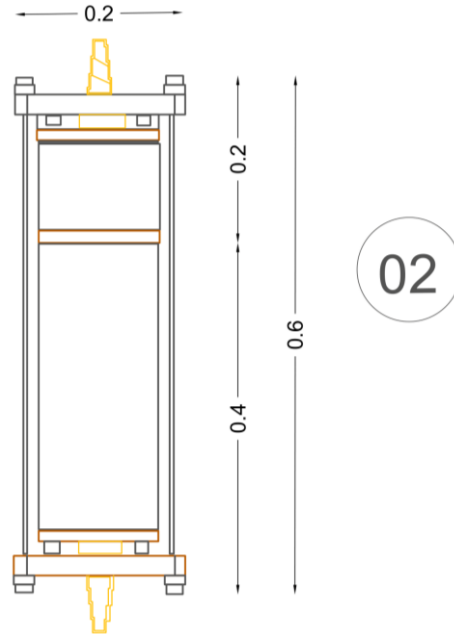


Figure 93 Schémas de Filtre géotextile/microfibre et filtre de sable-Source Auteurs

❖ Filtre à charbon actif

Le filtre à charbon actif de dimensions (0.2*0.4cm) est utilisé pour éliminer les contaminants organiques et certains produits chimiques présents dans l'eau. Il s'agit d'un processus de filtration où l'eau passe par un média de charbon actif qui absorbe les impuretés et les retient, laissant l'eau plus propre et plus saine.

Dans le cas présent, le filtre à charbon actif peut être utilisé avant l'étape de désinfection finale pour éliminer les contaminants organiques restants.

Le charbon actif est un matériau poreux avec une grande surface spécifique, ce qui lui confère une capacité d'absorption élevée. Lorsque l'eau passe à travers le filtre à charbon actif, les polluants organiques se lient aux ports du charbon, ce qui permet de les éliminer efficacement de l'eau. Il convient de noter que le filtre à charbon actif a une capacité limitée et doit être régulièrement remplacé ou régénéré pour maintenir son efficacité.

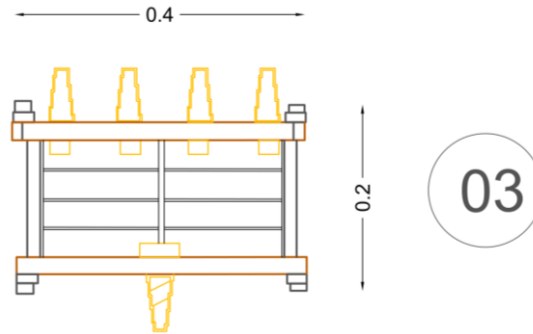


Figure 94 Schémas de filtre à charbon actif-Source Auteurs

❖ Lampe de lumière UV

Le processus de désinfection par UV consiste à exposer l'eau à une source de lumière UV, généralement une lampe spécialement conçue à cet effet. Lorsque l'eau passe à travers le système de recyclage, elle est exposée à la lumière UV émise par la lampe. Les rayons UV agissent en détruisant l'ADN des micro-organismes présents dans l'eau, tels que les bactéries, les virus et les parasites. Ce qui désactive leur capacité à se reproduire et à causer des maladies.

L'utilisation de la lumière UV comme méthode de désinfection présente plusieurs avantages par rapport aux produits chimiques désinfectants. Elle ne nécessite pas l'ajout de produits chimiques à l'eau, ce qui réduit les risques pour l'environnement et la santé humaine. De plus, la lumière UV ne modifie pas le goût, l'odeur ou les propriétés chimiques de l'eau traitée.

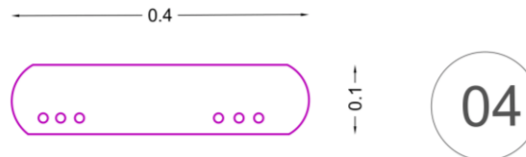


Figure 95 La lampe UV-Source Auteurs

2.5. Système de fixation

2.5.1. Fixation interne

Le système de fixation choisit est conçu pour assurer une installation sécurisée et fiable de l'appareil dans les espaces de douche. Il utilise différents matériaux et composants spécifiques pour garantir une fixation solide et durable.

En commençant par les plaques qui constituent l'enveloppe du monobloc. Spécialement conçues pour les pièces humides, les plaques Powerpanel H2O Fermacell sont extrêmement résistantes. Elles sont à base de ciment et armées de fibres de verre. La composition de ces plaques de ciment est donc minérale et, de ce fait, elles sont dépourvues de composants combustibles.

Légères, elles sont faciles à poser et permettent de s'isoler de l'humidité et ainsi éviter les infiltrations ou les remontées d'eau par capillarité

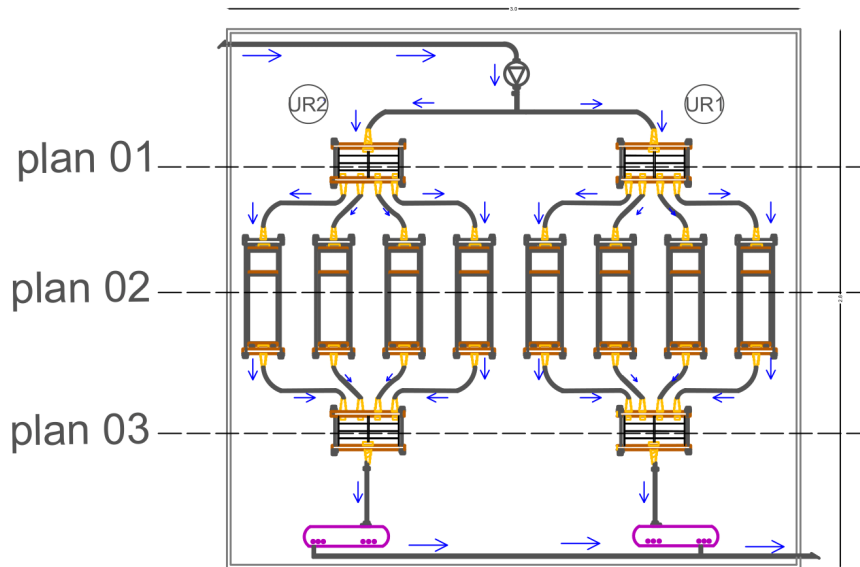


Figure 96: Schéma montrant les trois sections de fixation du monobloc HydroFilter Source : Auteurs

❖ Partie supérieure du dispositif

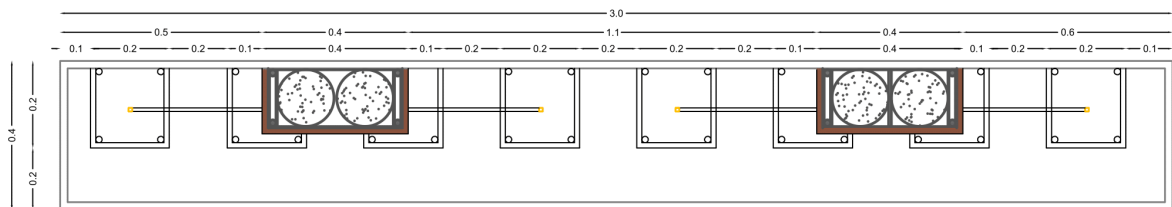


Figure 97 Plan (partie supérieure du dispositif) montrant la fixation des filtres sur la plaque du monobloc Source : Auteurs

Chaque unité de recyclage est montée indépendamment, puis rassemblées à l'intérieur du monobloc. Le placement des filtres est d'abord dessiné sur un matériau imperméable et des trous sont découpés là où les plaques de montage passent. Les composants du filtre sont ensuite, disposés sur une surface puis centrées parfaitement. Les plaques de montage peuvent être pliées à 90 degrés, ce qui permettrait d'accrocher les filtres directement sur la plaque.

Le raccordement des tuyaux est simple, il est préconisé d'utiliser un raccord de tuyau et de fixer le tuyau avec un collier de serrage. Pour un accès vraiment facile, l'utilisation des connecteurs à dégagement rapide/rapide est conseillée, permettant de connecter et de déconnecter des composants individuels sans tordre les tubes. Ceux-ci sont généralement utilisés avec des tuyaux d'arrosage et sont disponibles sous forme de pièces en plastique ou en métal.

Alternativement, une tige filetée peut être étendue du sol au toit et fixée avec de simples jambes ou des coudes en L peuvent être fabriqués afin qu'ils puissent être vissés dans le toit et/ou le sol.

❖ Partie médiane du dispositif

La membrane étanche à l'eau est fixée à la plaque « humide ». Idéalement, une colle aurait le plus de sens.

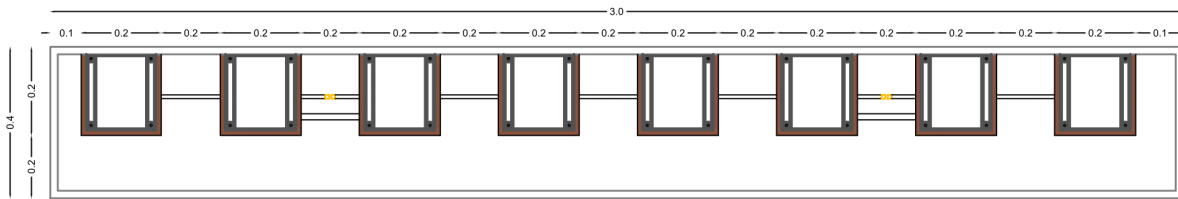


Figure 98 Plan (partie médiane du dispositif) montrant la fixation des filtres sur la plaque du monobloc Source : Auteurs

❖ Partie inférieure du dispositif

La lampe UV est livrée avec ses propres connecteurs de tuyau en forme de cône, mais ils sont généralement destinés à des tuyaux de 1 pouce ou plus. Il serait donc plus utile de placer un capuchon UV à l'intérieur du couvercle du connecteur de tuyau fileté et d'ajouter un joint sur le côté intérieur qui entre en contact avec la lampe UV, enfin l'accord est fait pour connecter l'UV aux tuyaux des filtres.

Alors que des lampes UV plus petites de 20 W devraient suffire pour 10 l/min, pour plus de prudence il faut opter pour des lampes plus grandes. Une configuration en préfiltre UV, filtre et post-filtre est nécessaire pour s'assurer qu'il n'y ait pas d'effets nocifs. Le préfiltre UV permet de réduire ou arrêter la croissance bactérienne à l'intérieur du filtre.

Enfin prêt à tester, il est temps de fixer un tuyau venant de la salle chaude à l'entrée et à la sortie des régulateurs de débit.

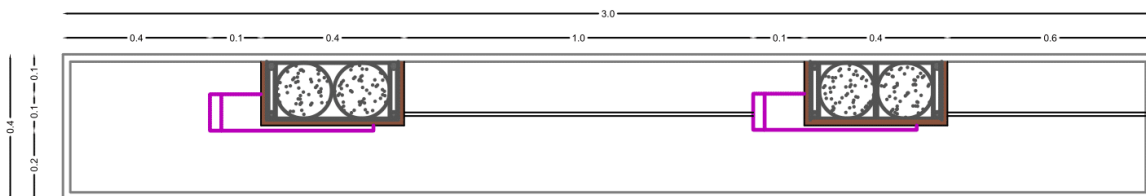


Figure 99 Plan (partie inférieure du dispositif) montrant la fixation des filtres sur la plaque du monobloc

Source : Auteurs

2.5.2. Fixation externe

Pour obtenir un ajustement serré entre la plaque de montage, celle du monobloc et du mur du hammam, il faut insérer les plaques de montage au mur à travers des montants verticaux en acier inoxydable, auxquelles sont fixées des barres transversales en aluminium. Les composants de l'HydroFilter sont fixés à l'aide de supports aux montants verticaux et les barres transversales sont fixées. Enfin pour assurer un maintien solide de la tuyauterie, il est nécessaire de serrer le tout avec des colliers de serrage.

Voici pour les composantes de la fixation externe :

Montants verticaux en acier inoxydable : ils sont fixés solidement au mur du hammam à l'aide de chevilles et de vis appropriées. Ils offrent une base solide pour la fixation de l'ensemble du système.

Barres transversales en aluminium : elles sont fixées aux montants verticaux pour créer une structure horizontale robuste. Elles fournissent un support supplémentaire et une stabilité à l'ensemble du système.

Supports de fixation : également en acier inoxydable, sont utilisés pour fixer les différents composants du HydroFilter aux montants verticaux et aux barres transversales. Ils assurent une fixation solide et sécurisée des éléments du système.

Colliers de serrage : ils sont utilisés pour maintenir fermement les tuyaux et les conduites en place. Ils sont fabriqués conduites en place, à partir de matériaux durables tels que le plastique résistant aux UV et les matériaux résistants à la corrosion.

Joints d'étanchéité : en caoutchouc ou en silicone, ils sont utilisés pour sceller les connexions entre les différents composants. Ils assurent l'étanchéité de l'ensemble du système, évitant ainsi toute fuite d'eau.

CONCLUSION :

En conclusion, notre projet de hammam écologique durable répond de manière exhaustive aux problématiques de la pénurie d'eau et de l'optimisation de l'énergie en Algérie. En nous inspirant du style postmodernisme de Mario Botta et en intégrant des principes d'architecture verte, nous avons créé un hammam qui réussit à concilier esthétique, écologie, respect des normes sociales et intégration au contexte urbain.

L'utilisation du style postmodernisme de Mario Botta dans notre conception architecturale confère au hammam une esthétique contemporaine et attrayante. Les lignes géométriques et les jeux de volumes créent un impact visuel saisissant qui le démarque dans le paysage urbain.

Parallèlement à l'aspect esthétique, nous avons intégré des éléments d'architecture verte dans notre projet pour répondre aux exigences écologiques et durables., en privilégiant l'utilisation de matériaux recyclables à faible émission de carbone, ce qui réduit l'empreinte écologique de la construction, en plus d'des techniques d'optimisation énergétique telles que l'utilisation de panneaux solaires.

Du point de vue social, nous avons accordé une attention particulière à l'accessibilité et à l'inclusivité du hammam. Des aménagements ont été prévus pour faciliter la flexibilité entre le hammam et la mosquée. De plus, des espaces conviviaux et confortables favorisant la détente et les interactions sociales ont été conçus pour renforcer ainsi le lien social au sein de la communauté.

L'intégration du hammam au contexte urbain a été une considération importante dans notre approche architecturale. Nous avons pris en compte les caractéristiques urbaines telles que l'échelle, la densité et le caractère du quartier afin d'assurer une harmonie visuelle et fonctionnelle entre le hammam et son environnement. Des éléments paysagers appropriés, des zones de transition et des liaisons piétonnes ont été intégrés pour faciliter l'intégration du hammam dans le tissu urbain existant.

Notre projet de hammam écologique et durable repose sur une approche novatrice visant à repenser le concept traditionnel du hammam en Algérie. En identifiant les problèmes liés à la gestion de l'eau, à la consommation d'énergie et aux coûts élevés, nous avons développé des solutions innovantes pour y remédier.

Nous avons intégré des technologies modernes telles que l'Hydraloop et l'Ultrafiltration pour mettre en place un système de recyclage des eaux usées en circuit fermé. Cela nous permet de réutiliser l'eau à l'intérieur du hammam, entraînant ainsi une réduction significative de la consommation d'eau globale et des besoins en approvisionnement externe. Grâce à cette approche, nous avons pu résoudre un des problèmes récurrents constatés au sein des hammams, notamment la gestion de l'eau.

Dans le cadre de notre projet, nous avons participé au programme « Innovation et création de start-up » lancé par l'Université de Mostaganem. Cette participation nous a permis d'isoler les défis spécifiques liés à la gestion de l'eau et de développer des solutions adaptées. Par la suite, nous avons déposé une demande d'enregistrement auprès de l'INAPI (Institut national algérien de la propriété industrielle) et avons bénéficié d'une attestation de domiciliation pour notre brevet.

En intégrant ces technologies et en s'inscrivant dans une démarche d'innovation et de protection intellectuelle, notre projet de hammam écologique et durable se distingue par sa capacité à résoudre les problèmes liés à la gestion de l'eau, à la consommation d'énergie et aux coûts élevés. Nous sommes fiers de contribuer à l'amélioration de l'efficacité et de la durabilité des hammams en Algérie tout en favorisant l'innovation et la création de start-ups dans ce domaine.

En conclusion, notre projet de hammam écologique et durable représente une solution complète aux défis écologiques, sociaux et urbains en Algérie. En combinant l'esthétique, le respect de l'environnement et l'intégration sociale, nous avons créé un hammam qui offre une expérience unique tout en préservant les ressources naturelles et en améliorant la qualité de vie urbaine. Cependant, notre travail ne s'arrête pas là. Nous envisageons d'explorer d'autres possibilités, telles que l'utilisation de panneaux solaires pour générer l'électricité nécessaire au fonctionnement du hammam et l'adoption de méthodes novatrices pour optimiser la consommation d'énergie, afin de continuer à améliorer l'utilisation des ressources et à promouvoir un mode de vie plus respectueux de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrage :

JAMES WINES. (2000). L'ARCHITECTURE VERT. LIEU DE PUBLICATION : ÉDITEUR

JOHNSON, M., & WILLIAMS, A. (2016). CONCEPTION ECOLOGIQUE : PRINCIPES ET STRATEGIES POUR UNE ARCHITECTURE DURABLE. MONTREAL : LES PRESSES DE L'UNIVERSITE DE MONTREAL

DAVIS, M., JOHNSON, R., & ANDERSON, L. (2014). ARCHITECTURE VERTE : CONSTRUIRE POUR UN AVENIR DURABLE. NEW YORK, NY : MCGRAW-HILL.

SMITH, J. D. (2018). ARCHITECTURE VERTE : CONCEPTS ET PRATIQUES DURABLES. PARIS : PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE.

SMITH, J. D. (2018). POSTMODERNISME EN ARCHITECTURE : UNE EXPLORATION DES STYLES ET DES IDEES. PARIS : PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE.

JOHNSON, M., & WILLIAMS, A. (2016). L'ERE POSTMODERNE EN ARCHITECTURE : ÉVOLUTION DES CONCEPTS ET DES FORMES. MONTREAL : LES PRESSES DE L'UNIVERSITE DE MONTREAL.

DAVIS, M., JOHNSON, R., & ANDERSON, L. (2014). PERSPECTIVES SUR LE POSTMODERNISME EN ARCHITECTURE. NEW YORK, NY : MCGRAW-HILL.

LEFEBVRE, M., & TREMBLAY, L. (2017). TECHNIQUES DE RECYCLAGE DE L'EAU : CONCEPTS ET APPLICATIONS. MONTREAL : LES PRESSES DE L'UNIVERSITE DE MONTREAL.

DUPONT, P. (2019). GESTION DURABLE DE L'EAU : RECYCLAGE ET REUTILISATION. PARIS : PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE.

Article :

ASSIA BOUCETTA (MERCREDI 15 SEPTEMBRE 2020). HORIZON

DUMREICHER, H., & KOLB, B. (2014). LE MODELE SOCIOCULTUREL DU HAMMAM ET DE SON ENVIRONNEMENT.

-KHADIDJA ADÈLE NOURIA BENGHABRIT-REMAOUN. (2014). LE HAMMAM EN MEDITERRANEE. INSANIYAT, 63-64.

-LIEBARD, A., & DE HERDE, A. (2004). TRAITE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME BIOCLIMATIQUE.

- ZETLAOUI-LEGER, J. (2009). LA PROGRAMMATION ARCHITECTURALE ET URBAINE : ÉMERGENCE ET EVOLUTIONS D'UNE FONCTION.

-UN BAIN A COUPOLES DANS UNE DEMEURE ALGEROISE DE L'EPOQUE OTTOMAN- INSANIYAT 63-64 JANVIER-JUIN 2014

BOUSSAC, M.-F., DENOIX, S., FOURNET, T., & RE, B. (EDS.). (2009). 25 SIECLES DE BAIN COLLECTIF EN ORIENT PROCHE-ORIENT, ÉGYPTTE ET PENINSULE ARABIQUE

Mémoire :

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER (PRESERVATION DU PATRIMOINE ARCHITECTURAL) - THEME : LA RECONNAISSANCE ARCHITECTURALE D'UN PATRIMOINE SOCIO-CULTUREL (CAS DU HAMMAM 'SOUK EL-GHEZEL' DE LA MADINA DE CONSTANTINE)

ABDELLAH FILLI (2008) MEMOIRE POUR UNE GESTION ECOLOGIQUE DE L'EAU DANS LES HAMMAMS
PAGES : 83-92

-MEHIRA CHAYMA-(2021) MEMOIRE PRESENTE A L'UNIVERSITE 08 MAI 1945 DE GUELMA, FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE, SUR LE THEME : INFLUENCE DE L'ENVELOPPE ARCHITECTURALE SUR LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DES BATIMENTS, PROJET : CENTRE MULTIFONCTIONNEL A HAMMAM DBEGH GUELMA-

-LABBACI HAYTEM ET BOUMENKAR (2018/2019) TAREK MEMOIRE DE FIN D'ETUDE : ANALYSE DES ANOMALIES ET REDIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE LA WILAYA DE SKIKDA.

-BAROUDI RABIAA RAWDA (2020) MEMOIRE-DE-MASTER/UNIVERSITE-ABOU-BEKR-BELKAID---TLEMCCEN/VERS-UNE-REVALORISATION-DU-TOURISME-THERMAL

ARTICLE :

- [HTTPS://ARCHZINE.FR/LIFESTYLE/ARCHITECTURE/POSTMODERNISME-EN-ARCHITECTURE/](https://archzine.fr/lifestyle/architecture/postmodernisme-en-architecture/)

-[HTTPS://WWW.LARCHITECTUREDAUJOURDHUI.FR/ARCHITECTURE/LARCHITECTURE-NEO-MODERNISTE-ENTRE-TRADITION-ET-INNOVATION/](https://www.larchitectureaujourd'hui.fr/architecture/larchitecture-neo-moderniste-entre-tradition-et-innovation/)

-[HTTPS://ISSUU.COM/CLEMENTTARDIVET/DOCS/TARDIVET.CLEMENT_M_MOIRE](https://issuu.com/clementtardivet/docs/tardivet.clement_m_moire)

- [HTTPS://WWW.AMC-ARCHI.COM/ARTICLE/NEO-MODERNISME-RETOUR-VERS-LE-FUTUR,5315](https://www.amc-archi.com/article/neo-modernisme-retour-vers-le-futur,5315)

-[HTTPS://WWW.LEJOURNALDELAMAISON.FR/AMENAGER/PROJETS/LES-REALISATIONS-DE-MARIO-BOTTA-125198](https://www.lejournaldelamaison.fr/amenager/projets/les-realizations-de-mario-botta-125198)

-[HTTPS://WWW.ARC.ULAVAL.CA/FILES/ARC/PETER_ZUMTHOR.COMPRESSED.PDF](https://www.arc.ulaval.ca/files/arc/peter_zumthor.compressed.pdf)

-

[HTTPS://DSPACE.UNIVGUELMA.DZ/JSPUI/BITSTREAM/123456789/11358/1/AXE_3_PAPER_47_KESSAB.PDF](https://dSPACE.UNIVGUELMA.DZ/JSPUI/BITSTREAM/123456789/11358/1/AXE_3_PAPER_47_KESSAB.PDF)

-[HTTPS://WWW.BAULNE.CA/TYPES-OPTIMISATION-CHAUFFAGE/](https://www.baulne.ca/types-optimisation-chauffage/)

[HTTP://WWW.BRIGHTHUB.COM/ENVIRONMENT/GREEN-BUILDING/ARTICLES/84616.ASPX](http://www.brighthub.com/environment/green-building/articles/84616.aspx)

-[HTTPS://WWW.SOLVAY.COM/EN/CHEMICAL-CATEGORIES/SPECIALTY POLYMERS/CONSTRUCTION/WATER-METER/SMART-WATER-METERS-GUIDE](https://www.solvay.com/en/chemical-categories/specialty-polymers/construction/water-meter/smart-water-meters-guide)

-[HTTPS://BIBLIO.UNIV-ANNABA.DZ/INGENIORAT/WPCONTENT/UPLOADS/2019/09/LABBACI-HAYTEM.PDF](https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wpcontent/uploads/2019/09/Labbaci-Haytem.pdf)

[HTTP://THESIS.UNIV-BISKRA.DZ/27/07/4/CHAPITRE%202.PDF](http://thesis.univ-biskra.dz/27/07/4/chapitre%202.pdf)

-[HTTPS://WWW.FOSSESEPTIQUE.NET/TYPES-FOSSE-SEPTIQUE/FOSSE-TOUTES-EAUX/](https://www.fosseseptique.net/types-fosse-septique/fosse-toutes-eaux/)

-[HTTPS://ESPACE.INRS.CA/ID/EPRINT/3319/1/T000699.PDF](https://espace.inrs.ca/id/eprint/3319/1/T000699.pdf)

-[HTTPS://WWW.JOSMOISE.FR/BLOG/81-QU-EST-CE-QUE-L-ULTRAFILTRATION](https://www.josmoise.fr/blog/81-qu-est-ce-que-l-ultrafiltration)

- [HTTPS://WWW.NOUELR-ENERGIE.COM/PV/PANNEAU-SOLAIRE-SCHEMA](https://www.nouvelr-energie.com/pv/panneau-solaire-schema)

- [HTTPS://BERNARD.DEBUCQUOI.COM/FORUM/VIEWTOPIC.PHP?T=16160](https://bernard.debuquoi.com/forum/viewtopic.php?t=16160)
- [HTTPS://WWW.INSTRUCTABLES.COM/SHOWERLOOP/](https://www.instructables.com/showerloop/)
- [HTTPS://WWW.GEEKMAISPASQUE.COM/2016/05/SHOWERLOOP-TRAINER-SOUS-LA-DOUCHE-SANS-GASPILLER-EAU-ET-ENERGIE-DEVIENT-POSSIBLE/?CN-RELOADED=1](https://www.geekmaispasque.com/2016/05/showerloop-trainer-sous-la-douche-sans-gaspiller-eau-et-energie-devient-possible/?cn-reloaded=1)
- [HTTPS://WWW.HYDRALOO.COM/TECHNICAL](https://www.hydraloop.com/technical)
- [HTTPS://WIKIFAB.ORG/WIKI/SHOWERLOOP_:_DOUCHE_INFINIE_ %C3%A9COLOGIQUE](https://wikifab.org/wiki/Showerloop_-_douche_infinie_%C3%A9cologique)
- [HTTPS://INFO.HYDRALOO.COM/PUBLIC/FR/](https://info.hydraloop.com/public/fr/)
- [HTTPS://WWW.EKOPO.FR/THEMATIQUE/RESILIENCE-1287/BREVES/HYDRALOO-NOUVELLE-RECYCLER-EAU-CHEZ-SOI-360946.HTM](https://www.eko-po.fr/thematique/resilience-1287/brevets/hydraloop-nouvelle-recycler-eau-chez-soi-360946.htm)
- [HTTPS://MYPower.ENGIE.FR/ENERGIE-SOLAIRE/CONSEILS/QU-EST-CE-QU-UN-TRACKER-SOLAIRE-COMMENT-FONCTIONNE-T-IL.HTML](https://mypower.engie.fr/energie-solaire/conseils/qu-est-ce-qu-un-tracker-solaire-comment-fonctionne-t-il.html)
- [HTTPS://WWW.SOLARPOWERWORLDONLINE.COM/2018/01/SOLAR-TRACKERS-FIND-NEW-HOME-ROOF/](https://www.solarpowerworldonline.com/2018/01/solar-trackers-find-new-home-roof/)
- [HTTPS://WWW.SUNPARTNERTECHNOLOGIES.FR/](https://www.sunpartnertechnologies.fr/)
- [HTTPS://MYPower.ENGIE.FR/ENERGIE-SOLAIRE/CONSEILS/QUELLES-DIMENSIONS-CHOISIR-POUR-MES-PANNEAUX-SOLAIRES.HTML](https://mypower.engie.fr/energie-solaire/conseils/quelles-dimensions-choisir-pour-mes-panneaux-solaires.html)
- [HTTPS://WWW.DOMUS-MATERIAUX.FR/BLOG/LES-ACTIONS-ANTI-CORROSION-POUR-LE-METAL/](https://www.domus-materiaux.fr/blog/les-actions-anti-corrosion-pour-le-metal/)
- [HTTPS://CONSTRUCTION-MAISON.OOREKA.FR/ASTUCE/VOIR/745647/MUR-EN-PIERRE-DE-TAILLE](https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/745647/mur-en-pierre-de-taille)
- [HTTPS://WWW.GUIDEPLATRE.COM/ACTUALITES/MUR-EN-PIERRE-TAILLE.HTM](https://www.guideplatre.com/actualites/mur-en-pierre-taille.htm)
- [HTTP://PROCESSS.FREE.FR/PAGES/VERSIONWEB.PHP?PAGE=9120](http://processs.free.fr/pages/versionweb.php?page=9120)
- [HTTPS://FLASHMODE.TN/MAGAZINE/QUELLE-EPAISSEUR-POUR-UN-MUR-EN-PIERRE/](https://flashmode.tn/magazine/quelle-epaisseur-pour-un-mur-en-pierre/)
- [HTTPS://MACONNERIE.BILP.FR/GUIDE-GENERAL/OUVRAGE/ART/VOUTES-COUPOLES](https://maconnerie.bilp.fr/guide-general/ouvrage/art/voutes-coupoles)
- [HTTPS://FR.CLIMATE-DATA.ORG/AFRIQUE/ALGERIE/MOSTAGANEM/MOSTAGANEM-3699](https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/mostaganem/mostaganem-3699)

République Algérienne Démocratique et Populaire

BREVET D'INVENTION

Déposant (e)s :

- M^{elle} Ali Zina
- M^{elle} BENKADA Sarah
- M^{elle} MEKRARBECH Yasmin
- Dr. DJERADI Mustapha Ameer (Encadrant)

Titre de l'Invention :

Hamman Vert

Mots clés : Hamman, Recyclage, Eau, Ultrafiltres- hydraloop, Performances énergétiques

ANNEXE :

Descriptif de l'invention

Introduction générale

La consommation d'eau et d'énergie continue d'augmenter et bientôt les ressources naturelles ne répondront plus aux besoins de la population. Le stress hydrique est manifeste. Paradoxalement on voit la persistance des équipements hydrogivores et énergivores se développer dans notre pays (Hammam, station de lavage...). Notre réflexion porte sur un prototype de Hammam vert dont l'objectif est d'optimiser la consommation de l'eau et de l'énergie. Pour se faire, nous allons développer un concept de flux de ressources en recyclant les eaux usées du Hammam.

Domaine auquel se rapporte l'invention

Ce projet de prototype du Hammam vert s'insère dans l'activité socio-économique et de développement durable.

Etat de l'art : Solutions existantes et leurs limites

La technologie du bioréacteur à membrane (BRM) est une technologie qui résulte de la combinaison d'un procédé de boues activées et d'une filtration sur membrane. Le concept de l'utilisation simultanée des membranes et des boues activées est apparu à la fin des années soixante. La technique a considérablement évolué avec la nature des membranes utilisées et son application a considérablement augmenté au cours des dix dernières années (Gagnaire et al, 2008).

Le BRM est une installation d'épuration réalisant en continu deux fonctions : une fonction d'épuration biologique et une fonction de clarification¹. Ainsi, l'élimination des polluants dissous et particulaires permet d'obtenir une eau traitée d'excellente qualité pouvant être réutilisée pour un certain nombre d'applications (arrosage des espaces verts, lavage des rues, fontaines, affouage des golfs, etc.).

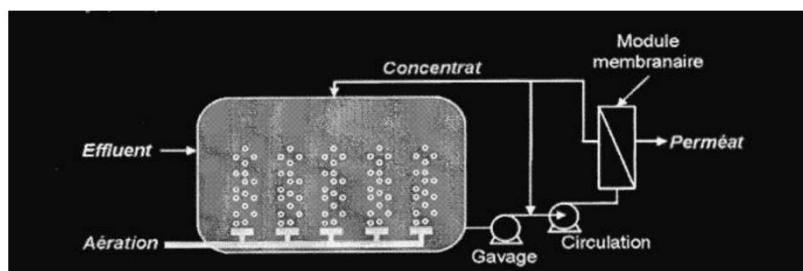


Figure 1. Système d'épuration BRM. Source : <https://espace.inrs.ca/id/eprint/3319/1/T000699.pdf>

Un autre procédé dénommé Ultrafiltration qui consiste en la filtration de l'eau permet l'élimination d'un grand nombre d'impuretés présentes dans l'eau. Sa principale fonction est d'éliminer les virus et les bactéries présents dans l'eau. Ce système est composé d'une série de préfiltres renfermant :

- Un filtre polypropylène² ;
- Un filtre bloc de charbon actif³ ;

¹ Insertion des produits chimiques dépolluants.

² Permet d'éliminer les grosses impuretés.

³ Élimine le chlore et les molécules organiques.

- Un filtre à granulé de charbon actif⁴.

Ainsi, l'eau va passer au travers de la membrane d'ultrafiltration. Cette membrane fonctionne comme un tamis très fin 0,01 μ . Ainsi, les virus, bactéries, macromolécules organiques, les colloïdes, les pollutions azotées et bien d'autres éléments sont filtrés afin d'obtenir une eau plus saine.

Présentation de l'invention, son but et de ses caractéristiques

Nous avons opté pour le système ultrafiltre et ce pour ses performances déclarées. Néanmoins ce système sera amélioré pour être approprié au Hammam. Des analyses biochimiques doivent être exécutées sur des échantillons prélevés des eaux du Hammam.

Description des figures

Les différents niveaux de filtration

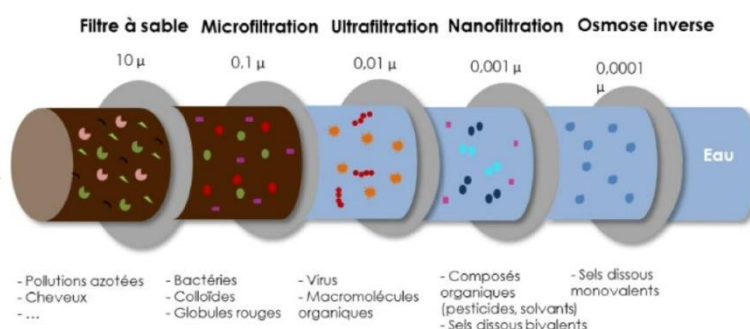


Figure 2. Système d'épuration Ultrafiltration. Source : <https://www.josmose.fr/blog/81-qu-est-ce-que-l-ultrafiltration->

Mode opératoire de l'invention

Dans le Hammam, un réseau séparatif d'évacuation des eaux utilisées doit être prévu. Les eaux vannes (Toilettes) seront évacuées vers le réseau urbain. En ce qui concerne les eaux grises (Lavages), elles seront passées au système Ultrafiltre, après leur stockage dans un réservoir approprié. Une fois l'eau épurée, elle passe au système hydraloop (ultraviolet).

Les principales composantes du système hybride (Ultrafiltres + hydraloop) sont :

1. La pompe
2. Boîtier à filtre
3. Lampe ultraviolette

L'apport de l'invention

Le prototype d'épuration nous permet d'économiser 85 % des eaux utilisées actuellement dans le Hammam, en moyenne une consommation de 8 m³/individu d'eau par jour. Ce qui permettra d'économiser cette matière vitale.

Possibilités d'application de l'invention

Ce prototype, après adaptation peut servir pour les stations de lavages des voitures et les mosquées, ou tout autre équipement hydrogivre.

⁴ Élimine les bactéries et les odeurs.

Revendications

Désignation de l'invention

Ce prototype hybride d'épuration des eaux usées des Hammams est sous forme d'un monobloc étanche dont les dimensions doivent être arrêtées selon le critère de manutention et de faisabilité par rapport à l'espace conçu. Le nombre de monobloc est en fonction de la capacité du volume utilisé des eaux. Ce système est intégré dans un espace approprié, accessible doté de toutes les précautions d'hygiène et de sécurité. Pour des raisons fonctionnelles, nous avons opté pour une capacité de 1 m³ pour chaque monobloc. Un hammam consommant 8 m³ d'eau doit être doté de 8 monoblocs.

Abrégé

Notre projet consiste en la conception d'un hammam vert. Ce dernier s'inscrit dans le domaine de l'architecture et de l'engineering.

Nous avons constaté que la consommation d'eau et d'énergie continue d'augmenter et bientôt les ressources naturelles ne répondront plus aux besoins de la population. Le stress hydrique est manifeste. Paradoxalement on voit la persistance des équipements hydrogivoires et énergivoires se développer dans notre pays (Hammam, station de lavage...). La présente intervention porte sur un prototype de Hammam vert dont l'objectif est d'optimiser la consommation de l'eau et de l'énergie. Pour se faire, nous allons réaliser un monobloc de 1 m³ sous forme de système hybride d'épuration des eaux usées des Hammams. Ce système hydrique d'ultrafiltres et d'hydra-loop sera conçu et adapté pour les autres équipements hydrogivoires tel que les stations de lavage pour automobiles et les mosquées.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
حاضنة الأعمال جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم



شهادة توطين المشروع المبتكر

تنفيذاً لأليات القرار الوزاري 1275 الصادر بتاريخ 27 سبتمبر 2022 والذي ينص على تثمين مذكرة التخرج للحصول على شهادة جامعية - مؤسسة ناشئة أو شهادة جامعية - براءة ابتكار.

يشهد الأستاذ الدكتور بودراج إبراهيم، مدير جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم بأن :
المشروع المبتكر المعنون : « Hammam vert »
رقم التسجيل : 2023-2022/054

المقدم من طرف الطالب (ة) / مجموعة الطلبة :

مسجل Ali Zina (ة) في قسم الهندسة المعمارية من كلية العلوم و التكنولوجيا
MEKRARBECH Yasmine (ة) مسجل (ة) في قسم الهندسة المعمارية من كلية العلوم و
التكنولوجيا

BENKADA Sarah (ة) مسجل (ة) في قسم الهندسة المعمارية من كلية العلوم و التكنولوجيا
تحت إشراف الأستاذ (ة) // الأستاذة : DJERADI Mustapha Ameur

موطن لدى حاضنة الأعمال الجامعية لجامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم منذ شهر ديسمبر 2022.
سلمت هذه الشهادة للإدلاء بما في حدود ما يسمح به القانون.
مستغانم في 21 ماي 2023

مدير جامعة مستغانم
الأستاذ: إبراهيم



Figure 100 Attestation de domiciliation a l'INAPI-Source Incubateur de l'université

**TARIFS DE FACTURATION POUR
A LA DATE DU:Juil/2017**

■ **TARIF EAU & ASSAINISSEMENT:**
Date d'effet :Juillet/2007

CATEGORIE	TRANCHE DE Cons	Tarif EAU	Tarif ASS
01 MENAGES			
TRANCHE 1	1 à 25	6.30	2.35
TRANCHE 2	26 à 55	20.48	7.64
TRANCHE 3	56 à 82	34.65	12.93
TRANCHE 4	> à 82	40.95	15.28
02 ADMINISTRATION		34.65	12.93
03 COMMERCE		34.65	12.93
04 INDUST/TOURISME		40.95	15.28

** Texte de Réf:Décret 05-13 du 9/01/2005

■ **TARIF RFA: (Redevance Fixe d'Abonnement)**
Date d'effet :Juillet/2007

CATEGORIE	Mont/TRIM	Mont/Mois
1	240.00	80.00
2	450.00	150.00
3	450.00	150.00
4	4500.00	1500.00

Réf:ARRETE 122 DU 10/04/2005

Figure 101 Les tarifs de facturation des différents équipements

Source ADE Centrale

Date relève	Energie	Tarif	Energie (Kwh / Thermies)	Nombre de jours
13/04/2021	E	54NM	2 781	91
	G	23NM	8 236,8	91
	G	23M	2 995,2	91
13/07/2021	E	54NM	1 421	92
	G	23NM	9 062,4	92
	G	23M	2 294,4	92
13/10/2021	E	54NM	597	93
	G	23NM	8 793,6	93
	G	23M	2 774,4	93
12/01/2022	E	54NM	1 484	92
	G	23NM	79 843,2	92
	G	23M	5 740,8	92
13/04/2022	E	54NM	3 461	92
	G	23NM	32 467,2	92
	G	23M	4 233,6	92
22/03/2021	G	23NM	214 272	91
22/06/2021	G	23NM	74 217,6	93
22/09/2021	G	23NM	44 620,8	93
22/12/2021	G	23NM	134 582,4	92
22/03/2022	G	23NM	161 107,2	91
22/06/2022	G	23NM	129 628,8	93
22/09/2022	G	23NM	4 089,6	93
22/12/2022	G	23NM	78 182,4	92
22/04/2021	E	54M	1 148	90
	G	23NM	26 054,4	90
22/07/2021	E	54M	872	92
	G	23NM	5 587,2	92
23/10/2021	E	54M	888	94
	G	23NM	5 606,4	94
22/01/2022	E	54M	1 098	92
	G	23NM	30 364,8	92
23/04/2022	E	54M	881	92
	G	23NM	19 209,6	92
23/07/2022	E	54M	833	92
	G	23NM	5 491,2	92
22/10/2022	E	54M	806	92
	G	23NM	2 044,8	92

Figure 102 Facture N1 d'électricité et de gaz annuelle

Source Sonalgaz

QUESTIONNAIRE

1. Administratif :

❖ A.D.E 26-10-2022

- Comment se fait l'installation du réseau ? Est-il unitaire ou séparatif ?
- Quel est le processus de gestion d'eau ?
- Comment se fait l'analyse de l'eau exploitée par un hammam ? Et comment doit être cette eau ?
- A combien s'estime la consommation en eau/jour ? Frais et débit d'eau consommée.
- Quelle est la différence entre la facturation des hammams à domicile et publics ?
- Direction de l'hydraulique 30-10-2022
- Comment se fait l'alimentation en eau d'un hammam ?
- La plupart des hammams utilisent le puits pour assurer l'alimentation hydraulique, mais il existe certains cas où ils demandent un branchement auprès de l'A.D.E.
- De quoi s'occupe la direction de l'hydraulique dans ce cas précis ?
- La direction de l'hydraulique est seulement chargée de donner l'autorisation pour un effectuer un forage de puits.

❖ La DUC 30-10-2022

- Que contient le dossier administratif pour l'obtention d'un permis de construire ?
 - Acte de propriété ou livret foncier
 - Demande manuscrite
 - Fiche technique
 - Devis estimatif
 - Devis quantitatif
 - Planning des travaux
 - Etude géotechnique
 - Extrait cadastral
- Quels sont les différents organismes ou services qui traitent ces dossiers ?

Il faut tout d'abord déposer 8 exemplaires à l'APC pour qu'ils soient étudiés auprès d'un guichet unique.

Entre temps ils sont envoyés aux services techniques qui travaillent parallèlement, chacun étudiant le dossier et donnant son avis. Ces services sont : L'hydraulique, La protection civile pour l'étude des risques, le plan cadastral, Le domaine, Travaux publics pour s'assurer que les normes de servitude soient respectées, direction de l'énergie et Sonelgaz.

- Quelle est l'étape à suivre ?

Une réunion est effectuée où des représentants de tous ces services sont envoyés pour étudier le dossier du projet, ils donnent soit un avis favorable et donc le permis de construire est délivré soit c'est reporté jusqu'à ce que les modifications suggérées par chaque service soient faites.

❖ A.P.C/Service de création d'activité 31-10-2022

- Quel est le rôle de l'APC dans le processus administratif de construction ?

Traiter le dossier de Permis de construire selon le décret 15,19. Chaque quinzaine, un guichet unique est organisé : rassemblements de représentants des différentes directions pour donner leur avis sur la conception et la validation des dossiers fournis pour le maître d'ouvrage.

Dépôt d'un autre dossier pour obtenir le certificat de conformité une fois les travaux terminés.

- Que fait ce service ?

Il donne au propriétaire l'accord suite à une enquête publique pour créer son activité, dans notre cas commercial. Lié à la municipalité. Le hammam étant un établissement classé.

- Qui sont les acteurs impliqués dans la construction d'un hammam ?

Différents services doivent donner leur accord après avoir étudié le dossier : Service de la protection de l'environnement, service de la culture, service des ressources hydrauliques, Sonelgaz, service d'urbanisme, service de protection civile.

- Quelles sont les phases de l'élaboration d'un projet de hammam ?

Phase technique : préparation et déposition du dossier technique à APC.

Phase opérationnelle : une fois l'accord des différents acteurs donné, il commence les travaux.

Après avoir eu le certificat de conformité auprès du service d'urbanisme, l'enquête publique peut s'effectuer : avis des citoyens.

Une fois l'avis favorable donné après une quinzaine de jours et l'accord de tous les autres services, il obtient auprès de la Daïra l'autorisation d'exploitation et le registre de commerce pour commencer son activité.

- Quelles sont les autorisations et documents à fournir pour la demande de permis de construire ?
 - Dossier administratif.
 - Dossier technique

2. Gestionnaire

❖ Hammam Mekhatria

Jeudi 3 novembre 2022

3 :12 AM

Dans le quartier de Beymouth, rue Chergui Abdelkader.

Le 01er Novembre, vers 9h.

Durée : 45 minutes.

Gestionnaire du Hammam :

➤ **Quantitatif**

- En quelle année a-t-il été conçu ?

Période coloniale.

- Quelles sont les horaires d'ouverture/fermeture ?

De 9h jusqu'à 22h et s'étend jusqu'à 2h du matin durant le mois de Ramadan et jusqu'à 5h du matin lors des occasions spéciales comme l'Aid.

- Quel est le personnel engagé ?

Deux caissières qui travaillent par intervalle d'un jour, une coiffeuse, une teyaba qui s'occupe également du ménage.

- Quel est le tarif d'une douche/personne ?

250 DA pour adulte, 6-8 ans : 100 DA, 50 DA pour enfants moins de 6 ans.

- A quel moment de la semaine y a-t-il le plus de monde ?

Le week-end vendredi et samedi en plus du samedi. Les mères en profitent pour ramener leur enfant.

Lors des fêtes, veille de mariage, rentrées scolaires...

- A quel moment de la journée le hammam est-il le plus fréquenté ? Moins fréquenté ?

Pendant la soirée, vers 20h-21h, tôt le matin, en cours de semaine.

Est-il fréquenté le plus par les hommes ou les femmes ?

Par les femmes seulement.

- Quelle est la tranche d'âge prédominante de vos clients (es) ?

Il n'y a pas d'âge précis.

- Quel est le temps de lavage et quantité d'eau utilisée/personne ?

2h jusqu'à 4h pour certaines.

- Qui consomme le plus d'eau entre les hommes et les femmes ?

Les femmes.

- Combien de bassin y a-t-il ?

41 en tout pour le hammam en plus des 14 autres pour les douches, à l'étage.

- Quelle est la recette du hammam/jour ?

Elle est beaucoup plus élevée en hiver puisqu'il est plus fréquenté en cette période de l'année. Peut atteindre les 7 000 000 à 10 000 000 de centimes de DA/jour.

- A quand se monte la facture d'électricité ?

Peut atteindre les 30 000 000 de centimes de DA/trimestre.

❖ Salamandre, Mostaganem

Le 31 Octobre 2022, vers 15h.

Le 01er Novembre, vers 14 :30.

Durée : 30 minutes.

Propriétaire :

➤ Quantitatif

- En quelle année a-t-il été conçu ?

En 2014.

- Quelles sont les horaires d'ouverture/fermeture ?

Pour les femmes : Tous les jours, de 9h :30 à 16h sauf dimanche.

Pour les hommes : Tous les jours de 17h :30 à 22h.

- Quel est le personnel que vous engagez ?

La propriétaire est gérante de cet établissement, et engage une seule employée qui commence son travail de 9h du matin à 15h de l'après-midi. Elle tient la caisse, accueille les usagères, répond à leur interrogation, les dirige et les oriente. Quant à l'après midi c'est le mari qui gère tout.

- Quel est le tarif d'une douche/personne ?

Ça Dépend du circuit utilisé par l'utilisateur :

Tarifs du circuit (Bain de vapeur, hammam, sauna, douche, jacuzzi) 1000 da

Frais supplémentaires : gommage du corps 500 da/Massage 500 da.

- A quel moment de la journée le hammam est-il le plus fréquenté ? Moins fréquenté ?

A partir de 9 :30-10h, Vers 15h.

- Est-il fréquenté le plus par les hommes ou les femmes ?

Les femmes.

- Quelle est la tranche d'âge prédominante de vos clients (es) ?

Il y a un mélange de tous les âges, mais c'est surtout les femmes de 35-40 ans.

- Quel est le temps de lavage et quantité d'eau utilisée/personne ?

Les femmes prennent d'une jusqu'à 3h, alors que les autres de 30 minutes à une heure seulement.

- Qui consomme le plus d'eau entre les hommes et les femmes ?

Les femmes, elles gaspillent beaucoup d'eau.

- A combien se monte la Facture d'eau ? De gaz ? D'électricité ?

9.000 DA, 3-4 000 000 DA.

Qualitatif

- Pourquoi avoir opté pour ce projet en particulier ?

Il semblait d'actualité, innovant avec peu de concurrence.

- Combien de temps mettez-vous et que faites-vous pour assurer cette transition ?

1h30min de transition ou tout est nettoyé et rangé.

- Pouvez-vous nous décrire les étapes du circuit à suivre ?

Tout d'abord, on passe au hammam pour s'asperger le corps d'eau, après quoi on va au bain de vapeur puis on revient au hammam pour prendre un bain complet et on va au sauna puis douche à deux reprises successives, et enfin le jacuzzi. Un massage est optionnel, sinon on revient se doucher. Le circuit dure environ 1h30min en tout.

- Avez-vous rencontré des problèmes ? Problèmes de sécurité, d'eau, d'électricité etc...

Il se produit des pannes techniques à cause de la surconsommation en électricité été énormément de gaspillage en eau de la part des clientes : surconsommation hydraulique.



Figure 103 Business model Canvas-Source Auteurs