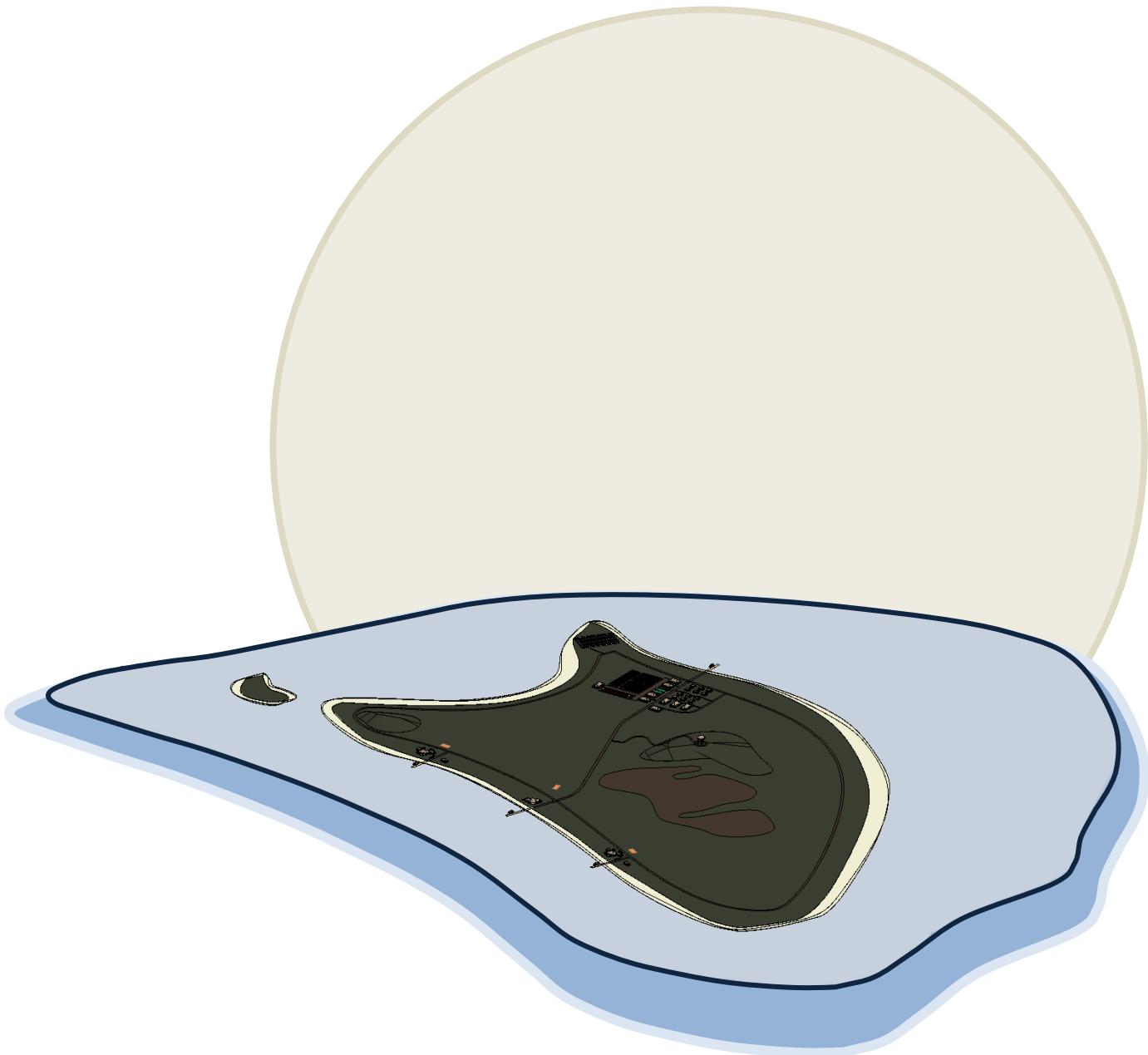


OPTION SÉCURITÉ ET RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE

VIABILISATION D'UNE ILE DÉSERTE ET AMÉNAGEMENT D'UN COMPLEXE HÔTELIER DE DEUX VILLAS DE LUXE EN INDONÉSIE



Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement tout particulièrement mon enseignant, M. Marc GIRELLI, qui a accepté de me suivre dans le cadre de ce projet, alors qu'il vivait une période bien remplie avec un projet personnel et un heureux événement en cours. J'ai grandement apprécié nos séances de travail, toujours enrichissantes, ainsi que les expériences personnelles partagées qui m'ont permis d'aborder ce travail sous des angles nouveaux et avec des "différentes lunettes".

Ensuite, je souhaite exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude à l'ensemble des enseignant·e·s de la filière technique des bâtiments et au responsable de la filière, M. Jose BOIX, qui m'ont accompagné durant ces quatre années d'études. Je mesure l'investissement nécessaire de leur part, notamment durant les cours qui se déroulent le soir, qui peut être délicat à concilier avec leur vie privée.

Je remercie également M. Marcel ZIMMERMANN de l'entreprise Eco-Building Concept, qui est à l'origine de la proposition de ce sujet et sans sa démarche, ce projet n'aurait pas eu lieu. L'échange en début de projet m'a permis de mieux comprendre les attentes et le contexte global du travail à réaliser.

Pour terminer, j'ai une pensée particulière pour mes camarades de cours.

A toutes et à tous, un grand merci.

Résumé

Cette étude porte sur la viabilisation de l'île de Bengkoang, située en mer de Java dans l'archipel de Karimun Jawa, en Indonésie. D'une superficie de 100 hectares et avec un terrain plat, elle accueillera l'aménagement d'un complexe hôtelier de luxe composé de deux villas de 400 m² avec piscines naturelles privées, d'un centre de bien-être, ainsi que d'infrastructures annexes pour l'hébergement du personnel accompagnant, de l'équipe d'exploitation et des services du resort. La surface bâtie totale du village est de 4'555 m², aménagements non compris.

Le projet prévoit une occupation permanente de 50 résidents, incluant les touristes et le personnel. Des activités d'élevage sont également prévues, dans une démarche d'autonomie alimentaire et valorisation des déchets organiques.

Afin d'atteindre l'objectif principal d'autonomie énergétique et de durabilité, l'architecture adoptera une approche bioclimatique, adaptée aux conditions chaudes et humides, et vise une sobriété technique. Les bâtiments et les mobilités fonctionneront principalement grâce à des énergies renouvelables, en particulier à l'énergie solaire.

La consommation énergétique totale est estimée à 520 MWh par an, dont 428 MWh d'électricité et 92 MWh pour les besoins thermiques du projet. La consommation en énergie primaire par personne atteint 18.3 MWh par an, dont 8.6 MWh uniquement sur l'île.

Les besoins en eau s'élèvent à 8'578 m³ par an, couverts par 2'120 m³ de réservoirs de stockage des eaux de pluie, dimensionnés pour les saisons sèches. Le traitement des eaux usées sera assuré par 230 m² de bassins de phytoépuration, répartis de façon stratégique.

Dans une optique d'autonomie alimentaire, le projet prévoit l'aménagement d'une surface agricole et d'élevage de 7'230 m² qui permettra une autosuffisance partielle de 30% (16 sur 52 tonnes). Le solde des besoins seront importés depuis les îles environnantes du pays.

Le volume total des matériaux nécessaires à la construction du projet est estimé à 4'216 m³ (11'676 tonnes), pour un coût d'investissement évalué à 16.7 millions de francs suisses.

Table des matières

1. INTRODUCTION	9
1.1. Objectif du travail de diplôme	9
2. ANALYSE DU CONTEXTE	10
2.1. Situation et analyse des caractéristiques de la région.....	10
2.1.1. Situation géographique sélectionnée	10
2.1.2. Le pays, l'archipel et la population	11
2.1.3. Architecture locale	11
2.1.4. Climat et relevés météorologiques	12
2.1.5. Risques naturels	14
2.1.6. Sécurité et santé	15
2.1.7. Déchets	15
2.1.8. Consommation énergétique par habitant	16
2.1.9. Couverture du réseau mobile	16
2.1.10. Liaisons maritimes avec l'archipel	16
2.2. Cahier des charges du complexe hôtelier	17
2.2.1. Philosophie	17
2.2.2. Concept architecturale et technique	17
2.2.3. Capacité d'accueil et composition des villas	17
2.2.4. Critères pour classification 5 étoiles	18
2.2.5. Accès et moyens de transport	18
2.2.6. Alimentation et eau de boisson sur l'ile	20
2.2.7. Sécurité et santé	20
2.2.8. Risques naturels	20
2.2.9. Activités sur l'ile	21
2.2.10. Personnel du resort	21
2.2.11. Gestion des déchets	22
2.2.12. Réseaux de télécommunication.....	22
2.3. Carte de situation	23
3. ARCHITECTURE ET IMPLANTATION	24
3.1. Proposition architecturale	24
3.1.1. Historique du processus d'analyse des solutions	24
3.1.2. Descriptif des bâtiments	25
3.1.3. Description de la liste des matériaux	26
3.2. Proposition type de piscine.....	27
3.2.1. Processus d'analyse des solutions	27
3.2.2. Inconvénients d'un bassin naturel	28
3.2.3. Proposition surfaces et volumes des piscines	28
3.2.4. Proposition chemins principaux	29
3.2.5. Proposition chemins secondaires	29
3.2.6. Proposition terrain d'activités sportives	29
4. ESTIMATION DES BESOINS ET DES FLUX DU COMPLEXE.....	30
4.1. Consommation alimentaire pour humains	30
4.1.1. Estimation des denrées alimentaires	30
4.1.2. Conservation des aliments	30
4.2. Animaux d'élevage	31
4.2.1. Alimentation des animaux	31
4.2.2. Surface dédiée à l'élevage	31
4.2.3. Production des déchets des animaux	31

4.3. Autosuffisance alimentaire	32
4.3.1. Culture de fruits et légumes	32
4.3.2. Protéine animale	33
4.3.3. Culture fourragère	33
4.3.4. Bilan des flux de l'autosuffisance alimentaire	34
4.4. Besoins en eau	35
4.4.1. Eau potable	35
4.4.2. Eau domestique non potable	35
4.4.3. Eau d'irrigation et d'entretien des aménagements	36
4.5. Déchets liés à l'activité humaine	38
4.5.1. Déchets alimentaires	38
4.5.2. Autres déchets	38
4.5.3. Eaux usées	39
4.6. Déplacements in-intra-out de l'île	40
4.6.1. Déplacements par moyen de transport	40
4.6.2. Besoins en énergie électrique	40
4.7. Flux des estimations en diagramme sankey	42
4.7.1. Flux cycle de l'eau	42
4.7.2. Flux denrées alimentaires	42
4.7.3. Flux des déchets	42
5. AMENAGEMENTS ET INSTALLATIONS TECHNIQUES	43
5.1. Aménagement de l'île	43
5.1.1. Implantation des bâtiments	43
5.1.2. Proposition aménagement de l'île	44
5.2. Installations de chauffage, de ventilation et de climatisation	47
5.2.1. Installations de chauffage	47
5.2.2. Installations de ventilation	47
5.2.3. Installations de climatisation	48
5.2.4. Principe de ventilation et de climatisation des bâtiments	49
5.3. Installations sanitaires	50
5.3.1. Installations de stockage de l'eau	51
5.3.2. Flux remplissage des réservoirs	51
5.3.3. Installations de traitement et distribution de l'eau	53
5.3.4. Installations de l'eau chaude sanitaire	55
5.3.5. Défense incendie	56
5.3.6. Schéma de principe de récolte, stockage et distribution de l'eau (zone villa)	57
5.3.7. Schéma de principe de récolte, stockage et distribution de l'eau (zone village)	58
5.3.8. Installations de phytoépuration des eaux usées	59
5.3.9. Schéma de principe du traitement des eaux usées (zone villa)	61
5.3.10. Schéma de principe du traitement des eaux usées (zone village)	62
5.3.11. Installations de piscine	63
5.3.12. Schéma de principe des installations de piscine	64
5.4. Installations électriques	65
5.4.1. Estimation des consommations des appareils et des éclairages	65
5.4.2. Bilan des besoins en énergie électrique annuelle (E_E)	67
5.4.3. Proposition de l'installation de production électrique	68
5.4.4. Proposition du système de stockage de l'énergie électrique	70
5.4.5. Installation de secours	70
5.4.6. Schéma de principe des installations d'électricité	71
5.5. Divers	72
5.5.1. Stockage et traitement des déchets	72
5.5.2. Eclairage de nuit	72
5.5.3. Télécommunication	72

6.	BILAN FINAL	73
6.1.	Analyse de la consommation énergétique de l'ile	73
6.1.1.	Répartition de la consommation électrique produite sur l'ile	73
6.1.2.	Comparaison avec consommation moyenne nationale.....	73
6.1.3.	Comparaison touriste suisse	75
6.2.	Estimation des besoins en ressources et en financement	76
6.2.1.	Présentation du budget financier	76
6.2.2.	Présentation des ressources matérielles.....	76
6.2.3.	Tableau présentation de valeurs	77
7.	CONCLUSION.....	78
8.	ANNEXES.....	80
8.1.1.	Pré-calcul compensation d'eau de piscine (villa).....	80
8.1.2.	Pré-calcul de la puissance du traitement de l'air chambres	81
8.1.3.	Liste appareils sanitaire et pré estimation du débit de pointe (zone villa)	82
8.1.4.	Liste appareils sanitaire et pré estimation du débit de pointe (zone lobby)	83
8.1.5.	Liste appareils sanitaire et pré estimation du débit de pointe (zone village)	84
8.1.6.	Prédimensionnement production eau chaude	85
8.1.7.	Pré-calcul du réservoir de stockage (villa).....	86
8.1.8.	Pré-calcul du réservoir de stockage (zone lobby)	87
8.1.9.	Pré-calcul du réservoir de stockage (village du personnel).....	88
8.1.10.	Pré-calcul du réservoir de stockage (culture et animaux)	89
8.1.11.	Simulation du stockage électrique sur une année	90
8.1.12.	Fiche d'estimation volumétrique, massique et financière	91
9.	REFERENCES	95

Table des diagrammes

Diagramme 1 – flux du cycle de l'eau sur l'île en m ³ /an	42
Diagramme 2 – flux alimentaire pour humains en kg/an	42
Diagramme 3 – flux des déchets sur l'île en kg/an	42
Diagramme 4 – sankey flux du réservoir d'une villa en m ³	51
Diagramme 5 – sankey flux du réservoir du village en m ³	52
Diagramme 6 – sankey flux réservoir d'irrigation en m ³	52

Table des figures

Figure 1 – emplacement de l'archipel de Karimun Jawa.....	10
Figure 2 – vue satellite de l'île de (Pulau) Bengkoang	10
Figure 3 – fig. 19 de l'étude de Noor Cholis Idham, forme de construction et acclimatation d'une maison Javanaise	12
Figure 4 – température de l'eau à Karimun Jawa	13
Figure 5 – carte topographique de l'île	14
Figure 6 – couverture réseau mobile	16
Figure 7 – repérage des points clés de mobilité.....	18
Figure 8 – variante 1 d'évacuation de l'île	20
Figure 9 – vue en plan et en élévation d'une villa	25
Figure 10 – exemple chemin voies parallèles	29
Figure 11 – exemple sentier en coupeaux	29
Figure 12 – échantillon terrain Smashcourt.....	29
Figure 13 – repérage zones	43
Figure 14 – vue 3D de la proposition de l'aménagement de l'île	44
Figure 15 – vue 3d du village du personnel du resort	45
Figure 16 – vue 3D de l'espace villa.....	46
Figure 17 – vue 3D de la zone lobby	46
Figure 18 – plafonnier ventilateur	47
Figure 19 – climatiseur air-air	48
Figure 20 – exemple de réservoir flexible 300m ³ (<i>citerneo.com</i>)	50
Figure 21 – processus de traitement des catégories de l'eau	53
Figure 22 – panneau thermique vitosol 200	55
Figure 23 – chauffe-eau WPA 450 Eco	56
Figure 24 – exemple de bassin de phytoépuration (<i>bspc.fr</i>)	59
Figure 25 – pompe grundfos	60
Figure 26 – appareil de traitement UBO 240C	63
Figure 27 – Vitovolt300 M420WM	68
Figure 28 – énergie annuelle pour 1kWc	69
Figure 29 – exemple de megapack Tesla	70
Figure 30 – génératrice XQ350	70
Figure 31 – poubelle ARTI.....	72
Figure 32 – lampadaire AKKOR	72
Figure 33 – barge de mer model HD-3600W	76

Table des graphiques

Graphique 1 – flux d'importation alimentaire par semaine sur une année	34
Graphique 2 – consommation d'eau présenté aux points 4.4.1 à 4.4.3	35
Graphique 3 – estimation des besoins en eau d'irrigation et entretien	37
Graphique 4 – estimation de déchets par personne en kg/an	38
Graphique 5 – quantités par type d'eau usée produit journalièrement en l/j	39
Graphique 6 – répartition entre touristes et resort de la consommation dû aux transport en kWh/an	41
Graphique 7 – répartition de la consommation électrique d'une villa en kWh/an	65
Graphique 8 – répartition des consommations électriques du village en kWh/an	66
Graphique 9 – répartition des besoins en énergie électrique par an en %	67
Graphique 10 – comparaison entre la production et les besoins en kWh	69
Graphique 11 – énergie finale par consommateur	73
Graphique 12 – énergie finale avec import-export	73
Graphique 13 – consommation finale globale	74
Graphique 14 – comparaison avec consommation annuelle suisse	75
Graphique 15 – vue macroscopique des masses, volumes et financière	77

Table des images

Image 1 - exemple de villa traditionnelle avec une architecture type Joglo (<i>indonesiadesign.com</i>)	24
Image 2 – vue de la façade extérieur	26
Image 3 – vue d'une chambre	26
Image 4 – vue d'une salle de bain	26
Image 5 – exemple de piscine naturelle (<i>idées-piscine.com</i>)	28
Image 8 – Nymphaea Alba (<i>hippuris.net</i>)	28
Image 8 – Lemna (<i>wikipedia.org</i>)	28
Image 8 – Pistia stratiotes (<i>wikipedia.org</i>)	28

Table des tableaux

Tableau 1 – tableau climatique de Karimun Jawa (<i>climate-data.org</i>)	12
Tableau 2 – couverture du soleil à Karimun Jawa (<i>meteoblue.com</i>)	13
Tableau 3 – vitesse du vent à Karimun Jawa (<i>meteoblue.com</i>)	14
Tableau 4 – données sur la composition des déchets en 2021 en Indonésie (<i>business-indonésia.org</i>)	15
Tableau 5 – exemple de tableau de rotation des équipes	21

Mémoire

1. INTRODUCTION

Face aux défis croissants liés au changement climatique, accentué par l'utilisation massive d'énergies fossiles depuis la révolution industrielle, et sous le bond d'une nouvelle génération de touristes plus conscients des enjeux environnementaux, qui aspirent à voyager de manière plus responsable tout en conciliant confort et découverte, les projets situés en zones isolées sont désormais appelés à intégrer des solutions sobres en ressources et en énergie, durables et respectueuses de l'environnement.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail, qui porte sur une étude multidisciplinaire relative à la viabilisation d'une île déserte et à l'aménagement d'un complexe hôtelier énergétiquement autonome et durable situé en Indonésie. Ce resort se composera de deux villas de luxe de 400 m² avec piscines privées, d'un centre de bien-être, ainsi que de bâtiments annexes pour l'hébergement du personnel accompagnant les touristes fortunés, pour les équipes et l'exploitation des services du complexe.

L'étude commence par la sélection d'une île, suivie d'une analyse approfondie des caractéristiques géographiques, climatiques, logistiques et techniques du site, afin d'identifier les principales contraintes et opportunités offertes, notamment en matière de ressources naturelles exploitables. En complément à cette analyse, un cahier des charges est établi, définissant les grands principes directeurs et la philosophie du projet, dans l'objectif de développer un concept architectural et technique cohérent et en harmonie avec l'environnement local.

Dans la continuité, l'étude se poursuit avec l'estimation des besoins énergétiques, des approvisionnements alimentaires, de la logistique d'acheminement des matériaux, des déchets ainsi que de leur traitement, dans le but de proposer des solutions techniques adaptées aux besoins évalués et aux objectifs de durabilité fixés.

Enfin, l'étude se conclut par une synthèse globale, présentée sous forme de bilans énergétique, matériel et financier. Ces éléments permettent de valider les solutions techniques proposées et confirmer la faisabilité d'un projet de cette envergure et exigence.

1.1. OBJECTIF DU TRAVAIL DE DIPLOME

Le but de ce travail est de réaliser l'étude des points suivants :

- Définition du cahier des charges du complexe hôtelier (personnes, occupation, volumes, besoins, infrastructures).
- Analyse des caractéristiques climatiques et environnementales de l'île à viabiliser.
- Proposition d'une approche architecturale pour les deux villas, basée sur les standards de construction bioclimatique.
- Estimation des flux entrants et sortant, notamment en énergie, eau potable, eaux usées et déchets.
- Concept énergétique basé sur les énergies renouvelables.
- Concept de gestion de l'eau.
- Analyse et recommandations des solutions techniques permettant de répondre aux besoins des flux et de limiter l'utilisation de matériaux et d'énergie.
- Analyse financière macroscopique des différentes solutions recommandées.
- Établissement d'un schéma de principe des installations techniques préconisées.

2. ANALYSE DU CONTEXTE

2.1. SITUATION ET ANALYSE DES CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉGION

Situé bien loin du climat de la Suisse, l'analyse des caractéristiques climatiques de l'Indonésie joue un rôle de haute importance.

Elle permet, d'une part de mieux comprendre la dynamique de la météo propre à cette région du globe et, d'autre part, d'identifier les sources potentielles d'inconfort auxquelles pourraient être confrontés les futurs visiteurs, peu familiers des conditions climatiques locales.

Finalement, cette analyse constitue un point de départ essentiel pour guider les décisions en matière de choix architectural, dans la sélection des sources d'énergie renouvelables et pour favoriser le développement d'un complexe hôtelier en cohérence avec l'environnement naturel du site.

2.1.1. Situation géographique sélectionnée

Dans le cadre de cette étude de viabilisation d'une île déserte en Indonésie, l'emplacement n'est pas défini dans le descriptif du projet. L'étude se portera sur l'archipel de Karimun Jawa situé au cœur de la mer de Java, pour l'implantation du complexe hôtelier.

Dans le but de donner plus de réalisme et de cohérence à l'étude, l'île de (Pulau) Bengkoang, au nord-ouest de l'île principale de l'archipel, est choisie comme lieu pour ce travail.

Les coordonnées géographiques sont les suivantes :

Latitude géographique : 5.73° S
Longitude géographique : 110.40° E
Altitude maximale de l'île : +12 m sur mer

Les deux grandes villes les plus proches de l'archipel sont la ville de Semarang à 140 km au sud de l'archipel et la ville de Jepara qui est à 100 km à vol d'oiseau au sud-est de l'archipel.

L'île de Bengkoang est une île déserte dépourvue de toute activité humaine. De forme de demi cœur, elle est longue de 1'400 mètres et large de 500 mètres à ses points les plus éloignées.

Elle couvre une superficie plate d'environ 100 hectares et est essentiellement composée d'une forêt tropicale avec une surface centrale sans végétation.

Le pourtour de l'île est bordé d'une fine couronne de plages de sable fin et d'un petit îlot au nord-ouest de l'île.

Ce contexte est idéal pour de belles vacances au bord de l'eau, pour s'y baigner et pour partir à l'aventure au milieu de la nature pour les vacanciers les plus courageux.

Située au milieu de la mer de Java et dépourvue d'habitations ainsi que de toute présence humaine, l'emplacement et l'île réunissent l'ensemble des conditions requises pour cette étude.



Figure 1 – emplacement de l'archipel de Karimun Jawa
(maps.google.com)



**Figure 2 – vue satellite de l'île de (Pulau) Bengkoang
(maps.google.com)**

2.1.2. Le pays, l'archipel et la population

Le pays

L'Indonésie (1), située en Asie du Sud-Est, est le 14^{ème} plus grand pays du monde avec une superficie de 1'904'569 km². Composée de 17'000 îles, dont 922 sont habitées, elle est le plus grand archipel de la planète. Environ 4.8% de son territoire est constitué de surfaces aquatiques.

Avec une population d'environ 280 millions d'habitants, l'Indonésie est également le 4^{ème} pays le plus peuplé du monde et la population Indonésienne est majoritairement de croyance musulmane.

Jusqu'en août 2024, la ville de Jakarta était la capitale du pays située sur l'île de Java. Pour des questions d'enfoncement de l'île et des 40% de la surface qui sont en dessous du niveau de la mer, la capitale a été déplacée dans la région de Nusantara, sur l'île de Bornéo qui se veut plus naturelle, moins polluée et avec plus d'espaces verts.

L'archipel de Karimun Jawa

L'archipel de Karimun Jawa (2), où se situe l'île à viabiliser, fait partie de la région de Jepara. Il est constitué de 27 îles et la superficie totale des îles atteint 71.2 km². La population habitant sur les îles de l'archipel est de 10'800 habitants en 2024.

Les îles étaient inhabitées avant le 19^{ème} siècle et servaient de base pour les pirates. Au début du 19^{ème} siècle, elles étaient utilisées comme colonies pénitentiaires et servaient à la plantation de noix de coco, ce qui générait une importante source de revenus pour l'archipel en plus des revenus de la pêche.

2.1.3. Architecture locale

Dans le but de comprendre l'architecture vernaculaire de l'Indonésie, cette analyse s'appuie sur le travail de Noor Chois Idham (3) qui porte sur l'architecture vernaculaire, en particulier sur les deux types de maisons traditionnelles prédominantes sur l'île de Java qui sont respectivement le Joglo et le Limasan.

Ces deux types de maisons présentent plusieurs points communs. La construction repose sur l'utilisation de ressources naturelles locales, comme le bois et le bambou, ainsi que sur leur taille et leur volume qui représentent un réel savoir-faire transmis de génération en génération.

Elles sont généralement de grande taille, volumineuses et l'utilisation de matériaux locaux permet de les intégrer dans l'environnement de façon harmonieuse.

Contrairement aux constructions modernes réalisées en brique ou en métal, qui rendent les maisons imperméables à l'air et piègent la chaleur à l'intérieur des habitations, l'utilisation de bois et de bambou tressé assure une bonne perméabilité à l'air et favorisent la ventilation naturelle des espaces intérieurs.

De plus, les toitures qui reposent sur le principe de l'effet cheminée, permettent de piéger l'air chaud en hauteur et de conserver l'air frais en partie basse au niveau des occupants. Les toitures réalisées à l'aide de tuiles en argile et de matériaux naturels non étanches à l'air, facilitent l'évacuation de l'air chaud vers l'extérieur.

L'ombrage de la toiture est également un élément essentiel pour la protection de l'habitation contre l'irradiation solaire.

Les maisons en Indonésie sont généralement tournées vers le sud et non vers la rue. Ce choix s'explique par une croyance javanaise de respect pour la mer du Sud. Mais cette croyance s'avère aussi bénéfique pour le confort thermique en captant les vents provenant du sud.

Grâce à cette méthode de construction, l'humidité et la température, qui sont les deux caractéristiques significatives en termes de confort, sont traitées sans l'utilisation de systèmes mécaniques.

Autrefois, construites sur pilotis afin de les protéger de l'humidité du terrain, elles sont désormais bâties à même le sol en raison des risques sismiques.

Malgré la variation du climat entre le nord et le sud, ce type d'architecture se trouve partout sur les îles de l'Indonésie. Parfois construites avec des matériaux modernes comme la brique, le béton et le métal, pour des raisons de statut social et de facilité de construction, le principe de base du respect des volumes, de la taille et des murs qui ne montent pas jusqu'en toiture, permet de favoriser la ventilation naturelle et ainsi maintenir un confort thermique sans recours à des installations mécaniques.

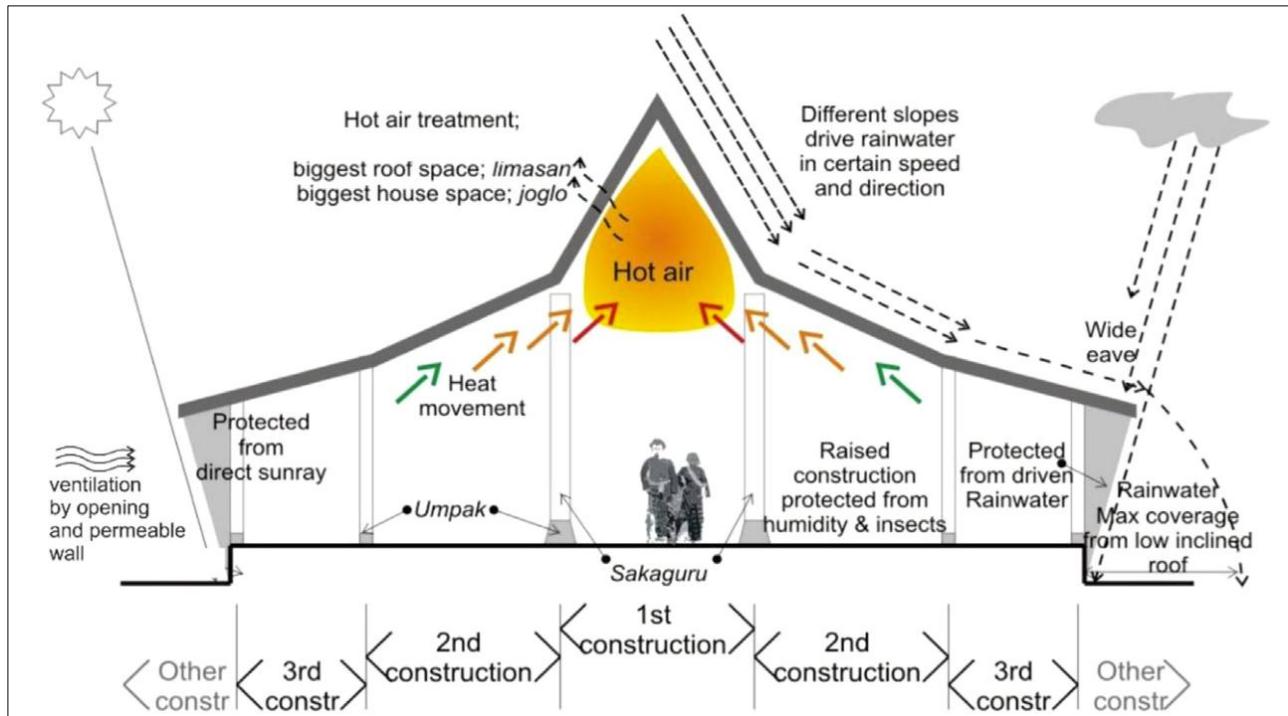


Figure 3 – fig. 19 de l'étude de Noor Cholis Idham, forme de construction et acclimatation d'une maison Javanaise

2.1.4. Climat et relevés météorologiques

Température ambiante, précipitations, humidité et heures d'ensoleillement

D'après la classification de Köppen, l'archipel de Karimun Java est classé dans la catégorie Am, considéré comme climat tropical (A) de mousson (m). Le climat se distingue par une saison des pluies très intense, causée par le vent chargé d'humidité, et par une saison sèche courte (août-septembre), lorsque les vents s'inversent et deviennent secs.

La température annuelle moyenne est de 27.3°C dans l'archipel. La température minimale et maximale est respectivement de 25.9°C et de 28.4°C durant toute l'année.

Les précipitations dans cette zone géographique sont considérées comme importantes, avec un total de 2'326 mm de précipitations. Les mois de novembre à avril sont les mois les plus pluvieux de l'année, alors que de juillet à septembre, les précipitations sont les plus faibles, et varient entre 26 et 67 mm par mois.

L'humidité relative (HR) sur l'île est comprise entre 75 et 84% durant toute l'année, des taux qui sont généralement ressentis comme inconfortables pour l'être humain.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep-tembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	26.8	26.8	27.2	27.5	27.8	27.5	27.2	27	27.4	27.7	27.5	27.1
Température minimale moyenne (°C)	25.9	25.9	26.1	26.4	26.8	26.6	26.3	26.2	26.6	26.7	26.4	26.1
Température maximale (°C)	27.7	27.6	28.1	28.4	28.6	28.2	27.8	27.6	27.9	28.4	28.4	28.1
Précipitations (mm)	449	338	266	203	142	121	67	26	31	83	217	383
Humidité(%)	84%	84%	82%	81%	80%	78%	76%	75%	75%	77%	81%	83%
Jours de pluie (jréé)	21	19	20	18	15	12	8	5	4	10	17	21
Heures de soleil (h)	9.1	8.8	8.9	9.0	9.1	9.3	9.6	10.0	10.3	10.1	9.4	9.1

Tableau 1 – tableau climatique de Karimun Java (climate-data.org)

Température et salinité de l'eau de mer

Dans la région de l'Indonésie, les mers sont relativement peu profondes. La mer de Java n'atteint en moyenne que 46 mètres de profondeur.

Du fait de la faible profondeur et du rayonnement solaire qui atteint son maximum tout au long de l'équateur, la lumière du soleil peut pénétrer jusqu'aux fonds marins et facilite le réchauffement de l'eau.

La température de l'eau de mer dans la région de l'archipel est d'environ 29°C tout le long de l'année.

D'après les données en libre accès sur le site copernicus.eu (4), spécialisé dans le rassemblement d'informations sur les océans et mers, la variation de température de l'eau reste faible entre la température de surface et en fond de mer.

La salinité de l'eau de mer autour de l'île est indiquée à 32 grammes par litre, selon les données du site copernicus.eu. A titre de comparaison, le taux de salinité de l'eau douce est de 1 gramme par litre.

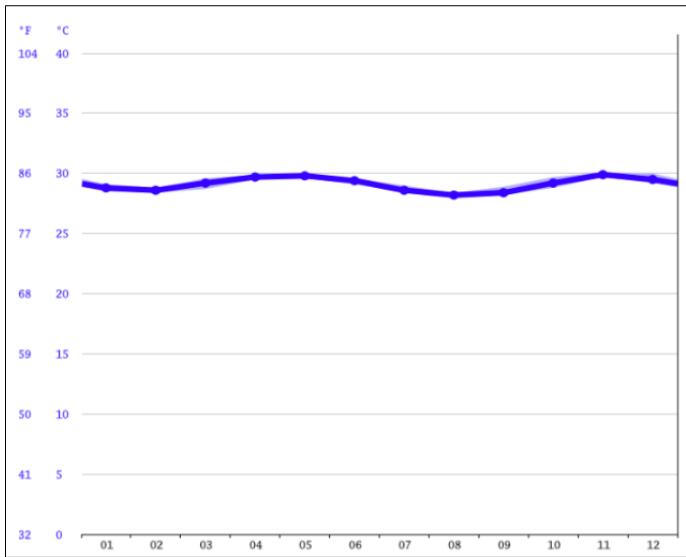


Figure 4 – température de l'eau à Karimun Jawa
(climate-data.org)

Ensoleillement et couverture nuageuse

En raison de sa position géographique proche de l'équateur l'archipel bénéficie d'une durée d'ensoleillement constante tout au long de l'année. La durée d'ensoleillement est comprise entre 9 et 10 heures par jour, d'après le Tableau 2, totalisant 3'429 heures de soleil par an pour une irradiation solaire annuelle de 1'860 kWh/m² (5).

D'après les données sur la couverture nuageuse du Tableau 2, la couverture sur une année est répartie de la manière suivante :

état du ciel	couverture nuageuse	nombre
- ensoleillé	inférieur à 20%	17 jours
- partiellement nuageux	entre 20 et 80%	343 jours
- couvert	supérieur à 80%	5 jours

On peut conclure que l'archipel profite d'un bon ensoleillement tout au long de l'année. La faible fréquence de ciels couverts, constitue un atout pour l'implantation d'installations de production d'énergie solaire thermique ou électrique.

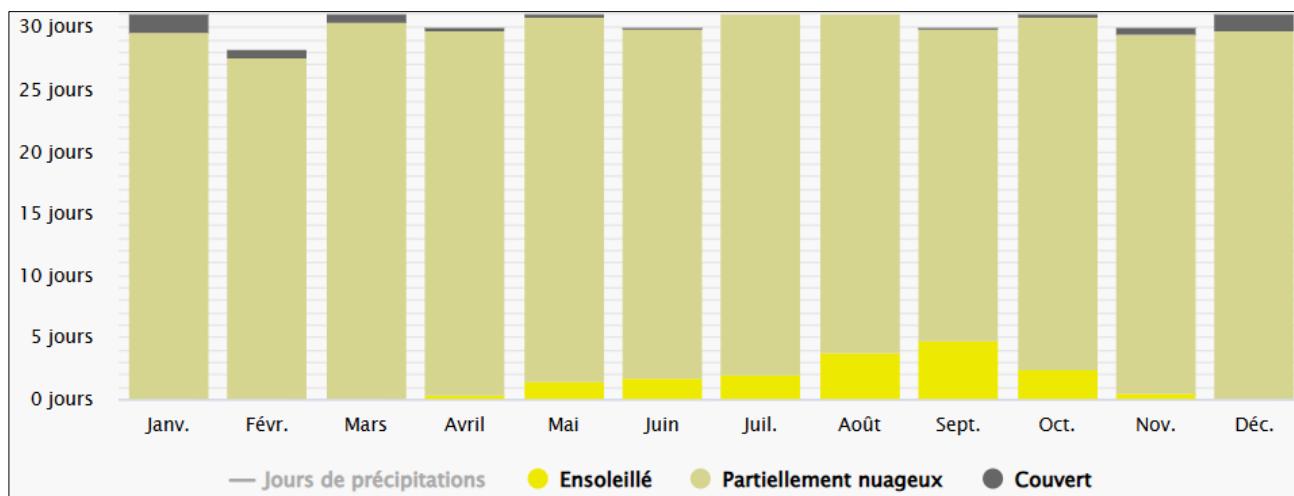


Tableau 2 – couverture du soleil à Karimun Jawa (meteoblue.com)

Vitesse du vent

Le Tableau 3 – vitesse du vent à Karimun Jawa (meteoblue.com), montre un extrait des relevés annuels indiquant le nombre de jours par mois où le vent atteint une certaine vitesse. D'après les données du site meteoblue, les vents dominants soufflent en majorité en direction de l'est et du sud-est durant l'année et les vitesses sont réparties ainsi :

vitesse	nombre
- 5 à 10 km/h	8 jours
- 10 à 20 km/h	120 jours
- 20 à 30 km/h	169 jours
- 30 à 40 km/h	54 jours
- > 50 km/h	5 jours
total jours de vent.....	356 jours

La production d'électricité, via une petite installation d'éolienne est possible dès que la vitesse du vent est supérieure à 15 km/h (6). Il y a environ 268 jours dans l'année où le vent dépasse les 16 km/h, ce qui représente 6'432 heures de vent que l'on peut exploiter pour la production d'énergie éolienne.

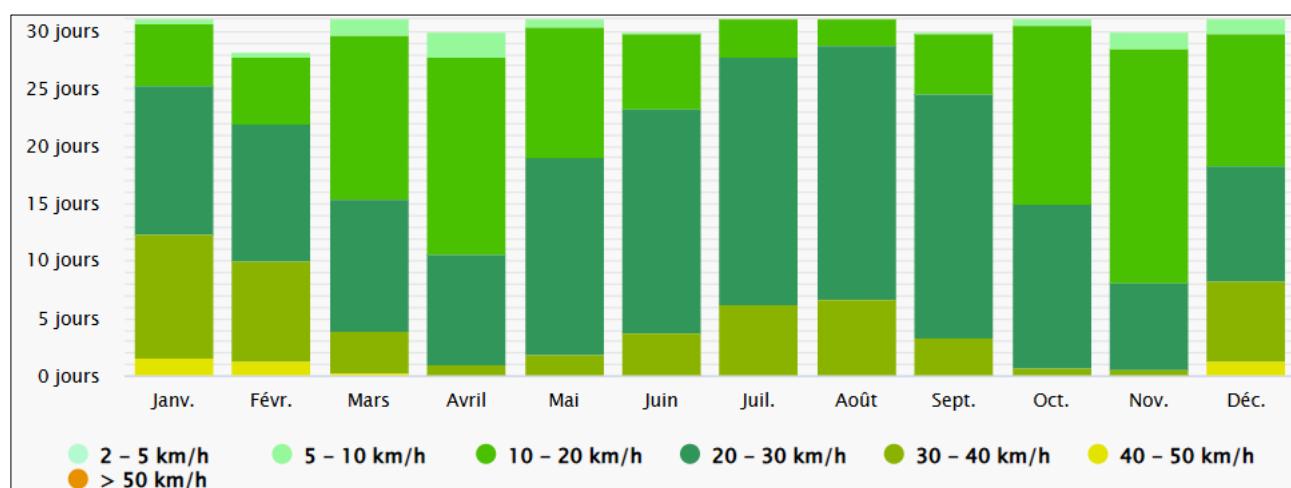


Tableau 3 – vitesse du vent à Karimun Jawa (meteoblue.com)

2.1.5. Risques naturels

L'Indonésie est composée de plusieurs volcans actifs et elle est régulièrement touchée par des tremblements de terre.

En plus des destructions des infrastructures, les tremblements de terre peuvent causer des tsunamis dans la région. Les éruptions et les tremblements de terre dans la région Pacifique peuvent également atteindre l'Indonésie.

Dans le but d'identifier les risques de l'île face aux catastrophes d'origine naturelle, l'analyse des données du site internet thinkhazard.org (7) sert comme base de travail. Elle regroupe les informations mesurées et éditées par la banque des données mondiales de l'organisation Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR).

L'organisation GFDRR, a pour but de renforcer la résilience des pays face aux catastrophes naturelles, d'intégrer la gestion des risques dans les politiques de développement, de soutenir les efforts de reconstruction post-catastrophe et de fournir des données pour les outils d'analyse des risques.

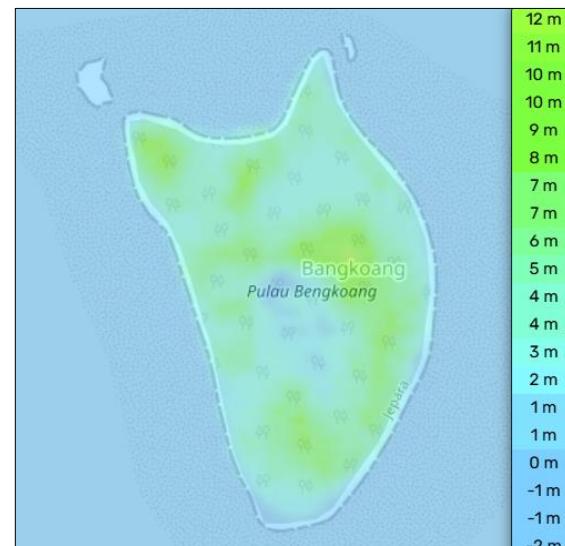


Figure 5 – carte topographique de l'île (openstreetmap.org)

Le travail réalisé par la GFDRR, classe les niveaux des risques liés aux catastrophes naturelles de la manière suivante pour la région de Jepara, dont l'archipel fait partie :

<i>risque naturel</i>	<i>niveau</i>	<i>probabilité</i>
- feu de forêt.....	.....élevé .....	.....50%
- inondation urbaine	modéré> 20% dans les 10 prochaines années	
- inondation côtière	modéré> 20% dans les 10 prochaines années	
- séisme	modéré .....10% dans les 50 prochaines années	
- éruption volcanique.....	modéré .....situé à moins de 50 km d'un volcan	
- pénurie d'eau	modéré≤ 20% dans 10 prochaines années	
- chaleur extrême	modéré> 25% dans les 5 prochaines années	
- crue	faible> 10% dans les 10 prochaines années	
- glissement de terrain	faible	sans indication
- tsunami	faible	> 2% dans les 50 prochaines années
- cyclone.....	faible	> 1% dans les 10 prochaines années

Il est recommandé par l'organisation de prendre en compte les niveaux des différents risques lors des étapes du projet, en particulier lors des étapes de la conception et pendant la construction.

2.1.6. Sécurité et santé

Le Département fédéral des affaires étrangères de Suisse (DFAE), recommande depuis le 16.10.2024 (8), qu'une attention particulière doit être accordée à la sécurité personnelle dans toute l'Indonésie. La petite délinquance est largement répandue et peut parfois prendre des aspects violents. Le vol de biens de valeur, des actes de piraterie ont été commis à plusieurs reprises en Indonésie. Le poste de police le plus proche se trouve sur l'île de Karimun Jawa.

En dehors des grandes villes, les soins médicaux sont limités. Le centre hospitalier le plus proche est à 300 km, à vol d'oiseau, en direction du sud-est dans la ville de Surabaya ou dans la capitale à Jakarta sur l'île de Java. En cas de blessures graves, la DFAE recommande les traitements en hors de l'Indonésie, comme par exemple en Singapour ou en Europe.

2.1.7. Déchets

Composition des déchets

L'Indonésie avec une population d'environ 280 millions d'habitants, génère chaque jour près de 172'988 tonnes de déchets, selon les statistiques du ministère de l'environnement et des forêts indonésien en 2021, et est considérée comme un pays dont la gestion des déchets et le triage est faible.

La quantité produite par personne représente 0.6 kg par jour et 226 kg.

Type	Quantité en tonnes par jour	Par an (365 jours)	Part en % du total
Déchets alimentaires	48,162	17,579,130	27.84%
Plastique	26,934	9,830,910	15.57%
Bois, brindilles, feuilles	21,228	7,748,220	12.27%
Papier, carton	21,153	7,720,845	12.23%
Autrui	13,706	5,002,690	7.92%
Métal	12,329	4,500,085	7.13%
Textile	11,717	4,276,705	6.77%
Verre	11,599	4,233,635	6.71%
Caoutchouc, cuir	6,160	2,248,400	3.56%
Total en tonnes	172,988	63,140,620	100

Tableau 4 – données sur la composition des déchets en 2021 en Indonésie (business-indonesia.org)

Gestion des eaux

En Indonésie, uniquement 30% (9) de la population dispose d'un service de distribution d'eau potable et seulement 70% de la population sont desservis en eau courante. L'eau domestique non potable qui est distribué à la population sert au lavage du corps et le brossage des dents.

Le pays souffre d'une forte pollution des eaux et cela peut s'expliquer parce que seulement 60% des déchets générés par la population sont collectées en vue d'être traitées. Le reste des déchets sont brûlés ou déversés dans l'environnement et dans les cours d'eau. D'après le site raceforwater.org (10), la conséquence de la mauvaise gestion des déchets dans le pays provoque l'arrivée de 1 million de tonnes de plastique chaque année dans les océans.

2.1.8. Consommation énergétique par habitant

La consommation totale en énergie primaire en Indonésie en 2022 était de 260.9 millions de tep (tonne équivalent pétrole), soit environ 1.0 tep par habitant. Si une unité de tep équivaut à environ 11.6 MWh, chaque habitant du pays a consommé en moyenne 11.6 MWh en 2022.

Tableau comparatif avec d'autres pays

pays	énergie primaire 2022	par habitant
- Etats-Unis d'Amérique (11)	2'153 millions de tep	75.0 MWh
- Suisse (12)	22.6 millions de tep	29.7 MWh
- Indonésie (13)	260.9 millions de tep	11.6 MWh

La répartition de la consommation en énergie finale par secteur était répartie comme suit en 2022 :

secteur	taux (13)
- industrie	43.9 %
- ménages	14.4 %
- services	4.4 %
- transport	36.2 %
- autres	0.6 %

2.1.9. Couverture du réseau mobile

D'après la carte de couverture du réseau mobile en Indonésie, publiée sur le site "nperf.com", l'opérateur Telkomsel semble couvrir les régions les plus importantes de l'archipel, en particulier le long de la route principale l'île de Karimun Jawa avec du réseau 4G et 4G+.

Le resort étant dans l'archipel, il est envisageable de supposer qu'une couverture mobile satisfaisante peut être assurée de manière facile.

2.1.10. Liaisons maritimes avec l'archipel

Les informations à disposition sur le site "directferries.ie", indiquent que seule la liaison maritime à destination de l'archipel, plus précisément au sud de l'île de Karimun Jawa est assurée depuis la ville de Jepara. La liaison depuis la ville de Semarang n'est plus assurée par les compagnies de ferries.

La traversée est assurée par la compagnie Express Bahari et dure environ 1h45min.

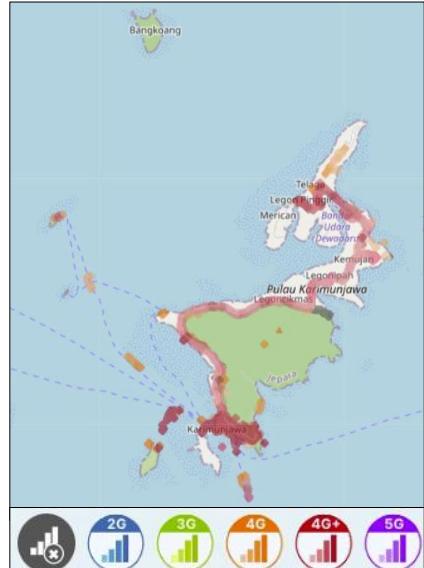


Figure 6 – couverture réseau mobile
(nperf.com)

2.2. CAHIER DES CHARGES DU COMPLEXE HÔTELIER

Un descriptif clair et précis des critères à prendre en compte pour le développement du projet, est primordial avant d'entamer l'étude de ce projet de viabilisation d'une île déserte.

Le descriptif qui accompagne le sujet de viabilisation, étant à la fois trop général et insuffisamment détaillé, cette rédaction du cahier des charges a pour objectif de poser un cadre sur les points qui seront pris en compte pour l'étude des besoins, des installations et des infrastructures nécessaires au projet.

2.2.1. Philosophie

La philosophie de développement du complexe hôtelier repose sur une approche écologique et durable. Conçues comme des villas de vacances de luxe, elles offriront des prestations habituelles comprises dans des établissements de 5 étoiles, basées sur le catalogue du système d'étoiles de l'HotellerieSuisse (14), tout en veillant à minimiser leur impact sur la nature et l'environnement local.

Chaque villa pensée comme lieu d'exception, offrira aux voyageurs une expérience unique en leur donnant l'impression d'être seuls sur l'île et à l'abri de tout vis-à-vis.

2.2.2. Concept architecturale et technique

Dans l'esprit de la philosophie du complexe hôtelier, les bâtiments seront développés et réalisés en s'inspirant des principes de l'architecture vernaculaire locale et de l'architecture bioclimatique. Cette démarche vise à intégrer de façon harmonieuse les futurs bâtiments sur l'île, pour limiter l'impact visuel sur l'environnement et tirer parti des conditions climatiques sur place.

Dans cette vision, les ressources naturelles disponibles sur l'île seront utilisées autant que possible pour la construction des ouvrages et des infrastructures, ce qui permettra de réduire l'empreinte carbone liée au transport des matériaux et de valoriser le savoir-faire et l'économie locale.

Les matériaux qui ne sont pas disponibles ou produits sur place, seront importés par bateau.

2.2.3. Capacité d'accueil et composition des villas

Chaque villa de 400 m² aura la capacité d'accueillir jusqu'à 8 vacanciers. Les voyageurs pourront être accompagnés de 2 personnes qui composent leur staff personnel et qui logeront dans un bâtiment séparé de la villa des maîtres.

Les villas seront composées des locaux suivants :

pièce	villa type
- 4 suites de 40 m ² (salle de bain et toilette compris)	160 m ²
- 1 pièce de vie ouverte sur la cuisine	100 m ²
- 1 cuisine	15 m ²
- 1 salle de sport	25 m ²
- 1 zone bien-être (massages)	50 m ²
- 1 terrasse avec pergola	40 m ²
- 1 local technique	10 m ²
total	400 m²

Les bâtiments pour le personnel accompagnant sont composés de la façon suivante :

pièce	appartement type
- 1 pièce de vie avec cuisinette	30 m ²
- 2 chambres de 15 m ² avec toilette et douche	30 m ²
total	60 m²

Au total, l'île pourra accueillir jusqu'à **20 personnes** et la surface dédiée aux bâtiments pour les touristes et leur staff est de **920 m²**.

2.2.4. Critères pour classification 5 étoiles

Les présentations minimales dans ce genre d'établissement sont tirées du catalogue des critères d'HotellerieSuisse, pour une classification de 5 étoiles. Les critères relevés dans la liste suivante en plus de permettre d'obtenir la classification visée, ont une importance dans le domaine de la consommation énergétique et du personnel qui doit être mis à disposition afin de réaliser les services listés.

Réception et services

- Accueil personnalisé pour chaque hôte à l'arrivée
- Lobby avec sièges et service de boisson
- Disponibilité 24h sur 24h, par voie numérique ou par téléphone
- Concierge et Guest relations Manager
- Service de bagages
- Nettoyage quotidien des chambres
- Changement de serviettes sur demande
- Changement du linge de lit au moins une fois par semaine
- Changement supplémentaire du linge de lit sur demande
- Service de repassage, service de couture
- Lavage et repassage du linge des hôtes
- Paiement sans espèces
- Offre médiatique actuelle (imprimée ou numérique)
- Service de navette
- Offre d'articles d'hygiène sur demande

Restauration

- Offre de boissons dans l'établissement et en chambre avec mini bar
- Boissons disponibles 24h sur 24h via le service room
- Bar ou lounge avec service
- Buffet de petit déjeuner avec service ou carte équivalente
- Carte de petit-déjeuner via le service room
- Produits pour personnes allergiques (sans gluten, sans lactose, etc.)
- Offre de repas 24 h sur 24h via le service room

2.2.5. Accès et moyens de transport

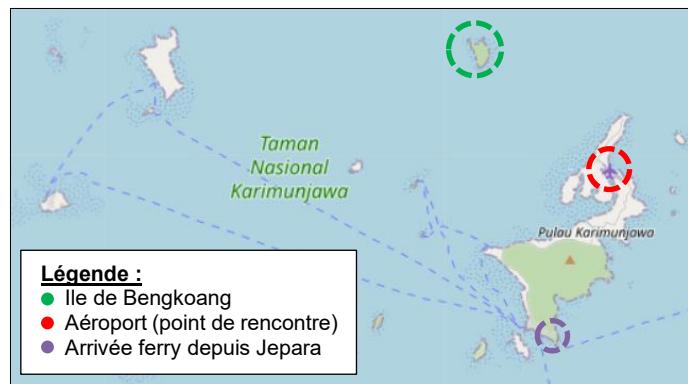
Accès sur l'île pour les vacanciers

Le point de rencontre avec les futurs touristes est situé au nord de l'île de Karimun Jawa. Ce lieu est sélectionné en raison de la présence de l'aéroport Bandar Udara Dewadaru, constituant un point stratégique pour les voyageurs internationaux désirant arriver par voie aérienne depuis Semarang.

Une deuxième option pour accéder jusqu'au point de rencontre est également disponible. Il est possible de s'y rendre par ferry depuis Jepara et poursuivre le voyage par voie routière ou en longeant les côtes à bord de petits bateaux de compagnies locales jusqu'à l'aéroport.

A leur arrivée au point de rencontre, les voyageurs sont accueillis et pris en charge par l'équipe d'accueil du resort, qui assure leur transfert jusqu'à l'île à bord d'un bateau électrique appartenant à et aux couleurs du complexe hôtelier.

La traversée en mer depuis le point de rencontre jusqu'à l'île est d'environ 5 km.



Moyens de transport

Les déplacements sur l'île se font principalement à pied et en transports électriques. Lors de l'arrivée des vacanciers, ils sont accueillis dans le lobby commun aux deux villas. Le personnel d'accueil prend en charge les effets personnels des touristes, présents dans le bateau et sont transportés par mer jusqu'aux villas. Les vacanciers réalisent le check-in et sont accompagnés à pied ou en voiturette électrique jusqu'à leur villa.

Inventaire des véhicules/bateaux appartenant au resort pour les déplacements et les activités :

transport	resort	villa 1	villa 2	total
- bateau de transport de personnes (10p)	2	2	2	6
- bateau de sécurité	2	-	-	2
- voiturette électrique	4	-	-	4
- quads	4	4	4	12
- jets ski	4	2	2	8
- véhicule agricole	1	-	-	1
- VTT ou équivalent	10	10	10	30
- minibus moteur thermique (15p)	5	-	-	5
total	32	18	18	68

Le bateau de transport de touristes, sera équipé d'un moteur électrique permettant le transport des vacanciers sur l'île et en dehors de l'île du resort. Plus grand et plus confortable qu'une pirogue, il permet de transporter les affaires des vacanciers. Ce bateau peut servir à quelques déplacements du personnel lorsqu'il ne sera pas utilisé par les touristes.

Les voiturettes, seront utilisées pour effectuer les services room, le ménage, la maintenance et le transport de matériaux et éléments lourds et volumineux, liés au fonctionnement de l'île.

Le véhicule agricole sera utilisé pour la culture des terres, le déplacement des récoltes, des substrats et des fumiers.

Pour le divertissement, l'île sera équipée de quads et de jets ski. Principalement dédié aux vacanciers, les véhicules de stock ou de réserve pourront être utilisés comme moyen d'accompagnement du personnel avec les touristes, ou alors pour le passe-temps du personnel.

Les minibus appartenant au resort seront stockés dans un hangar près du point de rencontre sur l'île de Karimun Jawa. Ce moyen de transport est exclusivement prévu pour des questions de sécurité en cas de risques naturels qui nécessiteraient une évacuation des touristes et du personnel sur l'île de Karimun Jawa.

En cas de disfonctionnement d'un des moyens de mobilité, il est possible de louer dans l'île principale un moyen de remplacement provisoire, le temps de la réparation.

Au total, le complexe sera équipé de **68 moyens** de transport, dont 5 en dehors de l'île.

Accès à l'île pour le personnel

Les petits déplacements du personnel du resort dans l'archipel sont réalisés via les bateaux du complexe. Cependant les déplacements privés du personnel vers et depuis la ville de Jepara, sur l'île de Java, sont assurés par une entreprise maritime locale de transport.

Les allers-retours du personnel jusqu'à Jepara sont prévus de façon à ne pas impacter le dimensionnement des infrastructures et des techniques du resort.

Accès sur l'île pour la logistique

L'approvisionnement en matériaux de construction, en mobilier, en denrées alimentaires et autres produits physiques est réalisé par bateau depuis la ville de Jepara, qui offre un plus large choix de biens que l'île principale de l'archipel. La distance à vol d'oiseau jusqu'à Jepara est de 100 km, soit un trajet en bateau express d'environ 2 heures.

Les déplacements dédiés à la logistique du resort sont assurés par une compagnie de transport locale. L'énergie de déplacement n'est pas prise en compte dans le dimensionnement des installations techniques et des infrastructures.

2.2.6. Alimentation et eau de boisson sur l'île

Le complexe hôtelier visant un classement dans les établissements de luxe, intègre ce niveau d'exigence dans la réalisation de ses menus et dans la sélection des produits proposés aux clients.

L'île sera en mesure de proposer les mêmes produits qui sont disponibles sur les îles environnantes. On peut supposer que tous les produits de luxe et de marque produits par les grands fabricants mondiaux peuvent être facilement mis à disposition des clients, par importation depuis l'île de Java. Néanmoins, dans la mesure du possible, les menus seront réalisés avec des aliments provenant de l'archipel si de telles filières existent, afin de favoriser les circuits courts.

La livraison des denrées alimentaires, tous produits confondus, sera livrée une fois par semaine. Pour garantir la qualité des aliments qui seront stockés sur l'île, des locaux de stockage adaptés seront aménagés dans le resort.

Des zones de culture de fruits et légumes ainsi que d'élevage d'animaux de consommation sera aménagé dans le complexe. Cependant l'autosuffisance totale en alimentation, n'est pas visée.

Le complexe hôtelier sera capable de capter, traiter et distribuer sa propre eau potable en quantité suffisante aux personnes logeant sur l'île.

2.2.7. Sécurité et santé

L'île étant dépourvue de toute infrastructure et laissée jusqu'à maintenant à l'état naturel, elle ne bénéficie d'aucun service public du type police, pompiers ou de santé sur place. L'absence de tels services et l'éloignement des autres îles implique que le resort doit être entièrement autonome en matière de services de sécurité et de santé.

2.2.8. Risques naturels

En raison de sa topographie plate, avec une variation d'élévation de 0 à 12 mètres au-dessus du niveau de la mer, l'île présente une vulnérabilité face à des dangers naturels tels que les tsunamis.

La hauteur des vagues en temps normal en moyenne est de 0.50 mètres de haut (4).

Les tremblements dans la région et la hauteur des vagues étant peu documentés, les scénarios d'évacuation et de sécurité se basent sur une hauteur théorique d'au moins 5 fois la hauteur du tsunami qui a touché l'Indonésie en 2006. La plus haute vague a été estimée à 1.8 mètres de haut avec une vitesse de 40 km/h, amenant ainsi la hauteur de sécurité à 9 mètres.

La première solution consiste à l'évacuation des occupants vers les parties hautes de l'île principale de Karimun Jawa. La durée totale de l'évacuation est estimée à 45 minutes, dès que l'alerte est émise. L'embarquement sur les bateaux se fera en moins de 15 minutes et la traversée maritime de 12 km, dure environ 15 minutes. Une fois sur l'île, les personnes sont conduites sur la partie haute de l'île en 15 minutes par minibus appartenant au resort et stationnées à proximité du port de débarquement. Cette solution peut être considérée comme trop longue, un deuxième scénario est prévu pour y remédier.

Le deuxième scénario, consiste à construire un ouvrage de sécurité sur l'île. La tour de refuge haute de 15 mètres sera prévue dans le point culminant de l'île afin de garder les personnes en sécurité à 25 mètres au-dessus du niveau de la mer. L'ouvrage en plus d'offrir un lieu de sécurité, il offrira un cadre idyllique pour admirer à perte de vue la mer à 360° en temps normal.

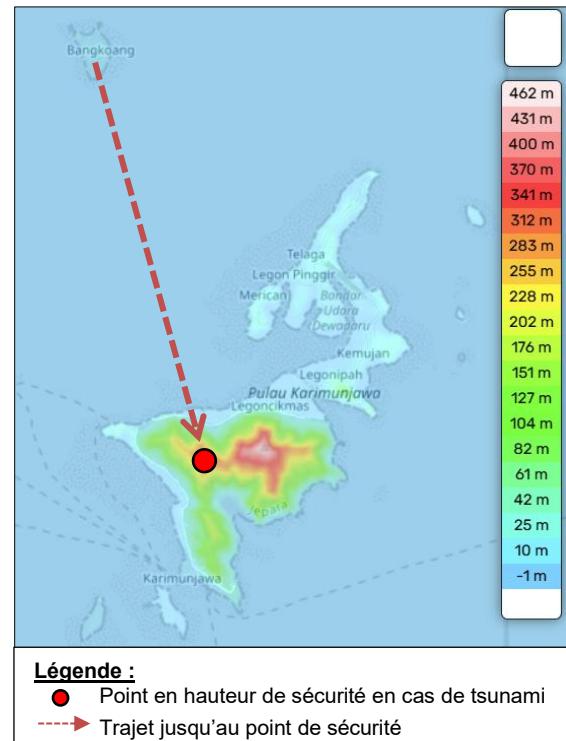


Figure 8 – variante 1 d'évacuation de l'île
(openstreetmap.org)

2.2.9. Activités sur l'île

L'idée du resort est d'offrir des activités qui mettent en valeur la nature, la tranquillité et l'exclusivité du lieu. Cela a pour but de créer des expériences mémorables et dépaysantes. Les activités que proposera le resort sont les suivantes :

Activités en nature :

- Exploration de l'île en VTT ou en quad électrique
- Camping à la belle étoile, pique-nique sur la plage
- Plongée sous-marine, pêche traditionnelle et balade en paddle
- Sorties en mer à la découverte de l'archipel avec guide touristique

Activités bien-être et détente :

- Massages en plein air, yoga au lever du soleil

Activités sportives :

- Renforcement musculaire avec coach
- Terrain de tennis ou de foot sur l'île
- Parc Vita en forêt
- Jet ski en mer

2.2.10. Personnel du resort

Le personnel du resort sera constitué d'employés locaux qualifiés, provenant des îles environnantes sous forme de contrats de longue durée, ainsi que de personnel étranger engagé en tant que saisonniers.

En raison de l'isolement de l'île et pour réduire les déplacements du personnel, l'ensemble des collaborateurs vivra sur place, pendant leur semaine de travail, dans un village dédié et situé à l'écart des zones réservées aux vacanciers. Les employés seront nourris et logés par le resort et un système de rotations sera mis en place afin de leur permettre de regagner leur domicile, pendant leurs semaines de repos.

Chaque membre de l'équipe disposera d'une chambre/studio individuel de 15 m², avec toilette et salle de bain privatives, afin de garantir un minimum d'intimité et de confort, y compris lors de leur semaine de repos en dehors de l'île.

Rotation des équipes et durée de travail journalier

En Indonésie, la durée légale du travail est de 40 heures par semaine réparties sur 5 jours. Cependant, une dérogation sera sollicitée pour permettre au personnel de travailler selon une cadence de 14 jours continus, avec des journées d'environ 8.5 heures, suivies de 7 jours de repos.

Les équipes seront réparties en trois groupes distincts pour permettre la présence en continue de deux équipes sur l'île, pendant que la troisième équipe est en repos.

Equipe	Semaine 1					Semaine 2					Semaine 3					Semaine 4					Semaine 5							
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
1																												
2																												
3																												

Tableau 5 – exemple de tableau de rotation des équipes

Composition des équipes

Afin d'assurer le bon fonctionnement de toutes les activités du resort et d'offrir une expérience inoubliable aux clients, le personnel doit être qualifié et capable de gérer plusieurs fonctions au cours de sa journée de travail.

Cette polyvalence permet d'optimiser l'organisation des équipes, de limiter le nombre de personnes qui réaliserait qu'une seule fonction spécifique et ponctuelle. Par exemple, une femme de chambre sera en

capacité de garantir le ménage en début de journée et de participer à d'autres missions tout au long de la journée, comme l'entretien des aménagements extérieurs, etc.

Dans cette logique, l'estimation suivante présente les postes essentiels au bon fonctionnement du resort. Les missions non listées dans la liste, seront réparties et assurées par les membres polyvalents.

Chaque équipe est en charge des services d'une villa, avec des missions communes entre les deux villas.

Exemple de composition des deux équipes présentes en permanence sur l'île

mission	équipe a	équipe b	total
- manager, personnel d'accueil.....	2	2	4
- femme/homme de maison	1.5	1.5	3
- personnel de cuisine.....	1.5	1.5	3
- personnel d'accompagnement déplacements	1.5	1.5	3
- membres de sécurité, feu et santé	4	4	8
- entretien des aménagements extérieurs et ferme	1.5	1.5	3
- membre en service de nuit	3	3	6
total	15	15	30

Cette organisation permet d'assurer la présence d'environ 10 personnes en service, sur l'île durant tout le long de la journée de 24 heures. Ce chiffre qui peut sembler élevé inclut le personnel de la sécurité et de santé qui est composé de membres en service de piquet. Au total, l'effectif du personnel du resort est de **45 personnes**.

2.2.11. Gestion des déchets

Comme tout établissement souhaitant s'implanter dans un milieu atypique et naturel tel qu'une île déserte, le but est de faire vivre une expérience unique aux clients dans le respect de la nature et de l'environnement.

Le resort veillera à limiter au maximum l'importation de déchets sur l'île. Ainsi, uniquement des produits qui seront dépourvus de tout emballage superflu seront importés. Dans les conditions de collaboration avec les fournisseurs, l'obligation de retirer tout emballage à vocation de marketing ou qui ne sert pas à la protection du produit, sera mis en place avant son expédition sur l'île.

Les emballages et déchets inévitables dans le resort, feront l'objet d'un tri systématique. Dans la mesure du possible, certains types de déchets pourront être valorisés directement sur l'île, comme pour du compost ou pour l'alimentation pour les animaux. Les autres déchets seront conditionnés et réacheminés vers les fournisseurs lors des rotations de ravitaillement.

2.2.12. Réseaux de télécommunication

Les vacanciers bénéficieront des services de télécommunication et d'internet afin qu'ils puissent garder contact avec l'extérieur et de rendre leur séjour sur l'île plus agréable grâce aux divertissements qui découlent de cette technologie.

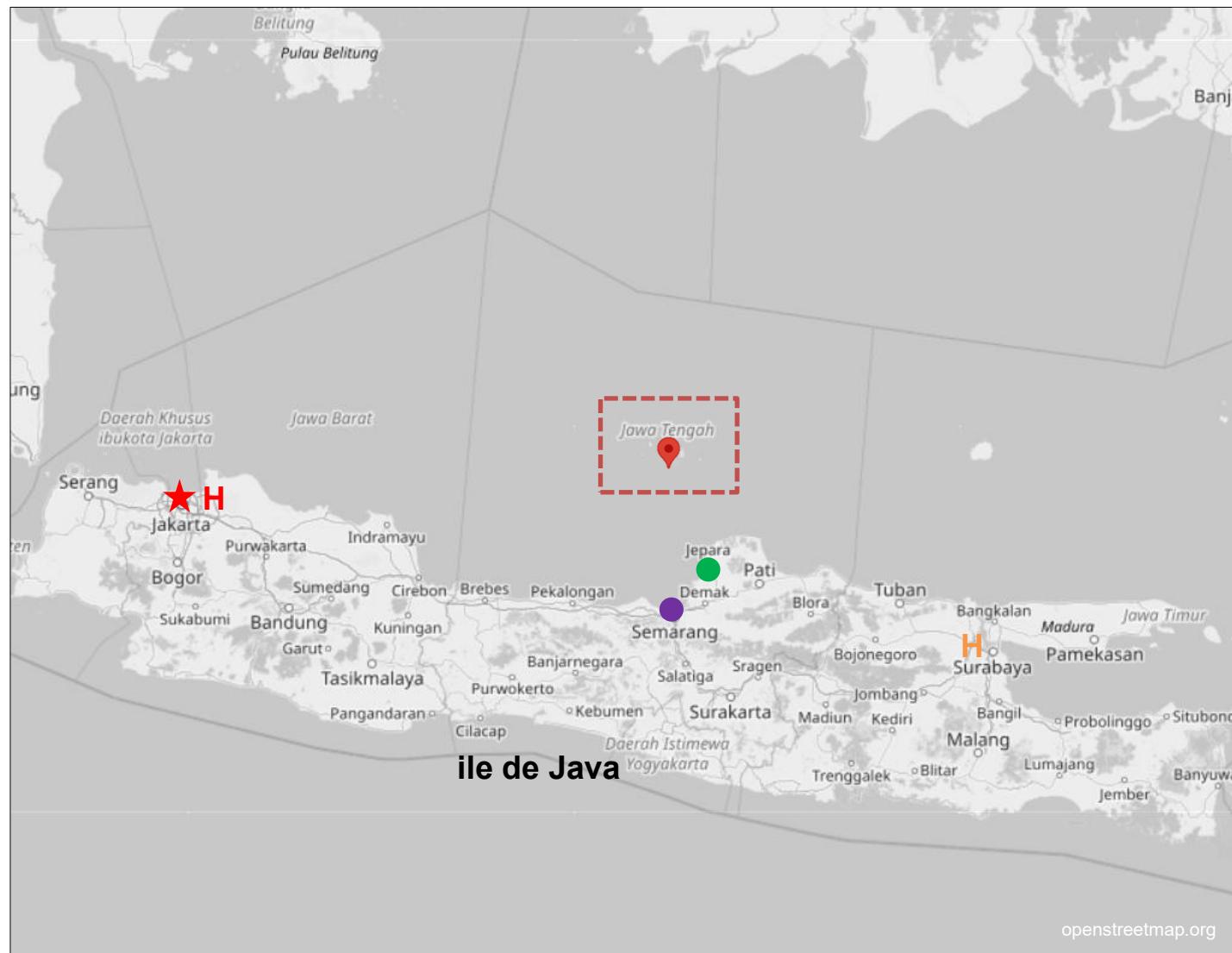
Dans le même esprit, il est important de noter que le personnel du complexe doit être occupé pendant leur temps libre sur l'île. L'accès à internet, au téléphone et à la télévision permet d'assurer une connexion avec le reste du monde, ce qui rend leur isolement plus supportable.

Un autre point important est que l'île se trouve dans une zone sismique, dont le risque de tremblement de terre est important. La connexion aux réseaux de communication pour cette raison constitue un point important à assurer pour la sécurité des occupants de l'île si des risques de tsunami venaient à être déclenchés par les services de sécurité du pays. Que cela soit pour des questions de sécurité ou de loisir, ces services doivent être assurées en continu.

De plus, le complexe visant la classification 5 étoiles selon les critères de l'HotellierieSuisse, exige l'accès aux médias de manière imprimée ou numérique. Compte tenu de l'éloignement géographique de l'île par rapport au reste du pays, la version imprimée n'est pas viable. Il est donc important d'assurer un accès numérique aux informations en plus des questions de sécurité.

Pour ces raisons, la mise à disposition d'une connexion à internet, du réseau mobile et aux services télévisuels constitue une exigence essentielle pour le resort.

2.3. CARTE DE SITUATION



Légende :

- Position île à viabiliser
- ★ Ancienne capitale Jakarta
- Archipel de Karimun Java
- Ville de Jepara
(*liaison par ferry*)
- Ville de Semarang
(*liaison par avion*)
- H Hôpital de Surabaya
- H Hôpital de Jakarta

3. ARCHITECTURE ET IMPLANTATION

3.1. PROPOSITION ARCHITECTURALE

L'architecture des bâtiments s'inspirera de l'architecture vernaculaire des maisons Joglo et Limasan, vu en chapitre 2.1.3 ci-dessus. Cette approche intègre pleinement la philosophie de l'écologie et de l'économie énergétique, en s'appuyant sur les principes de l'architecture bioclimatique qui est le point central de la construction de ces maisons.

En plus d'assurer une expression architecturale en harmonie avec les constructions locales, critère qui peut être important pour les futurs touristes sur l'île, cette approche permet l'utilisation de ressources naturelles disponibles sur place et favorise l'emploi au niveau local, soutenant ainsi le développement économique de la région.



Image 1 - exemple de villa traditionnelle avec une architecture type Joglo (indonesiadesign.com)

3.1.1. Historique du processus d'analyse des solutions

Styles architecturaux

L'étude des solutions débute par l'impact visuel que l'architecture des différents bâtiments aura sur les futurs touristes. Deux styles architecturaux ont été identifiés comme compatibles avec un complexe hôtelier de luxe, parmi lesquels :

- Architecture moderne : aux formes géométriques modernes, avec des plans ouverts et l'utilisation de matériaux modernes comme le béton armé, l'acier et le verre.
- Architecture vernaculaire : aux formes traditionnelles, avec des plans ouverts et l'utilisation de matériaux locaux adaptés au contexte.

Dans la vision d'offrir une expérience d'isolement en pleine nature, la variante de l'architecture vernaculaire apparaît comme la solution la plus adaptée. Bien que l'architecture moderne aux formes géométriques puisse également plaire à certains visiteurs, l'usage de matériaux modernes comme le béton ou l'acier est en contradiction avec l'approche écologique souhaitée pour le complexe hôtelier.

Matériaux et traitement du climat intérieur

La deuxième étape de l'analyse concerne le choix des équipements techniques pour le confort des personnes et pour des bâtiments sains :

- Constructions avec des matériaux modernes : étanches et nécessitant des installations de traitement de l'air et de température pour assurer le confort des utilisateurs.
- Constructions avec matériaux naturellement présents sur l'île : non étanches ou semi étanches, en s'appuyant sur l'architecture bioclimatique et la ventilation naturelle pour garantir un climat intérieur sain et confortable.

Conforme au choix fait en première étape, la préférence est donnée à l'utilisation de matériaux naturels disponibles sur l'île et l'application des principes de la bioclimatique pour minimiser l'impact sur l'environnement.

Cependant, en raison du climat chaud et humide de la région, dont la température peut atteindre les 29°C et une humidité relative de 80%, un certain inconfort peut être ressenti par les utilisateurs face à ces conditions. Pour cette raison, seules les chambres seront équipées d'un système de traitement de l'air, afin d'assurer un confort optimal.

Ce compromis vise à offrir un niveau de confort adapté aux exigences du tourisme de luxe, tout en respectant l'esprit écologique du projet. Le resort peut ainsi offrir un avantage sans imposer son usage systématique, ce qui correspond à la définition du luxe.

3.1.2. Descriptif des bâtiments

Villas des maîtres

Créées comme des modules individuels assemblés les uns avec les autres pour créer une villa de luxe, les différentes pièces sont réparties en deux catégories en fonction du niveau du traitement de l'air requis.

La première catégorie qui est réservée aux parties de repos, est prévue avec des éléments de construction semi-étanches à l'air, ce qui permet un contrôle de la qualité de l'air et de la température dans le but d'offrir un confort de repos compatible avec la sensibilité climatique des touristes.

La deuxième catégorie qui est réservée au reste des différentes pièces qui constituent les villas, est prévue avec des éléments de construction laissant l'air transiter naturellement afin de bénéficier d'un système de ventilation naturel.

La pièce centrale de la maison, bénéficiant d'une importante hauteur sous la toiture, est l'espace de vie. Avec une surface de 100 m² et une charpente apparente au design local, elle est placée entre les quatre suites et la terrasse qui donne sur la piscine, qui elle-même donne sur la mer.

Les suites de 40 m² chacune sont toutes divisées en deux parties. La partie repos avec le même charme d'une toiture à grande hauteur. A l'arrière de la chambre se trouve la zone dédiée à la salle de bain, de douche et aux toilettes qui est ouverte en partie haute sur la nature. Cette configuration offre aux utilisateurs une expérience unique, en lien direct avec la nature et évoque un retour aux besoins essentiels de base de la vie.

A l'arrière de la maison placée en deuxième rang, sont situées les pièces dédiées aux activités physiques et aux activités de bien-être.

Villa du personnel accompagnant

Les villas destinées au personnel accompagnant les vacanciers, seront implantées à une certaine distance par rapport aux villas des maîtres. Cette organisation vise à garantir la confidentialité et l'intimité aussi bien pour les vacanciers que pour le personnel, qui ne pourrait pas résider dans les villas principales.

Ces villas de personnel, seront conçues avec le même concept architectural que les villas principales.

Village du personnel et ouvrages du resort

Les bâtiments destinés à l'hébergement du personnel et aux activités liées au fonctionnement du resort seront implantés en retrait des villas, même à l'opposé des villas.

Toutefois, le confort et leur qualité de construction seront équivalents à celles des bâtiments réservés aux vacanciers.

Tour de refuge

D'une hauteur de 15 mètres et d'une surface de 150 m², la tour permettra de mettre les occupants de l'île en sécurité en hauteur en cas de danger. La tour, de préférence construite en bois et avec sa partie base ouverte, permettra le passage de la vague sans opposer de résistance. Cependant si le matériau ne garantit pas la résistance nécessaire face à un tel événement, une alternative plus adaptée du matériel à employer devra être proposé par l'ingénieur en charge de la structure. La sécurité primant sur l'aspect écologique de l'ouvrage.

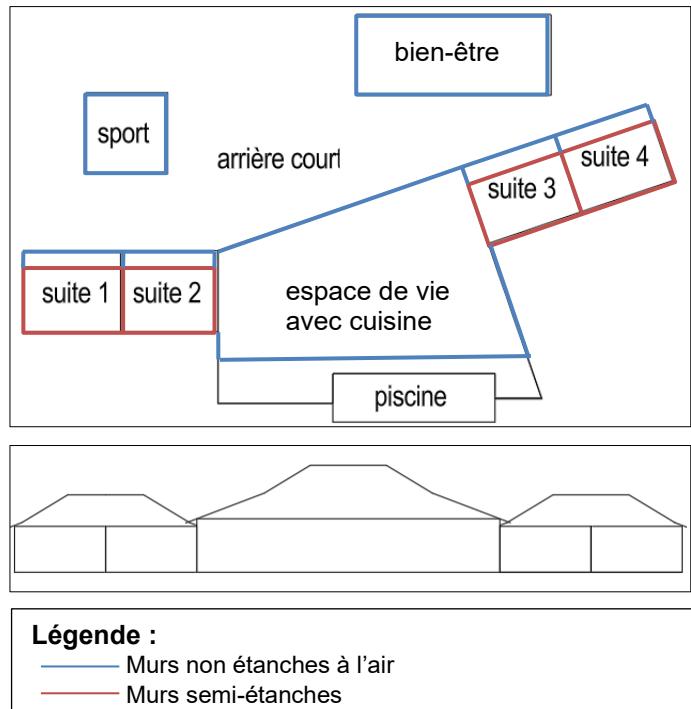


Figure 9 – vue en plan et en élévation d'une villa

3.1.3. Description de la liste des matériaux

Le descriptif des matériaux présenté ci-après vise à offrir une vision de l'ensemble du choix constructif retenu. Il servira de base pour établir une première estimation des quantitatifs des volumes des matériaux nécessaires. Les petits matériaux secondaires, tels que les éléments d'assemblage, ne sont pas détaillés dans cette étude.

La composition des parois, dalles, toitures, ainsi que les valeurs U des éléments proposés ne sont pas abordées dans cette liste. En effet, les bâtiments sont volontairement réalisés pour favoriser une certaine perméabilité à l'air afin d'inciter la ventilation naturelle. Dans ce contexte, la prise en compte des performances thermiques, qui sont généralement un point important dans les constructions étanches, n'est pas justifiée dans le cadre de ce projet.

Structure porteuse

Situé dans une zone sismique, le dimensionnement et la composition de la structure porteuse des bâtiments seront définis par des ingénieurs spécialisés dans les ouvrages en bois. L'ingénieur en charge du projet recommandera précisément le système porteur adéquat au type d'ouvrage.

Le concept actuellement proposé prévoit des bâtiments légèrement surélevés et posées sur des pilotis en bois. Cette disposition permet de protéger les constructions contre les insectes et contre l'eau qui pourrait pénétrer depuis le sol.

Sols et plafonds

Les sols et les plafonds seront réalisés en bois massif pour rester dans la thématique de la nature. Les revêtements de sols inexistant ou en petites pierres de toute forme en terre cuite, seront protégés avec une finition en vernis.

Le choix de ces matériaux assure un bon vieillissement des surfaces sur le long terme et facilite les opérations de remplacement et d'entretien, comme le ponçage pour la remise en état du bois.

Murs, parois et cloisons

Les murs, parois et cloisons seront également réalisées en bois. Pour les cloisons dans les espaces de vie, des murs en bambou tressé peuvent être envisagés pour apporter une autre matière à la construction.

Généralement laissées ouvertes, les murs donnant vers l'extérieur seront amovibles afin de pouvoir protéger les espaces intérieurs en cas de tempêtes tropicales. Seules les suites seront équipées de fenêtres avec vitres.

Les murs des pièces de salle de sport et de bien-être seront dépourvus de murs. Les surfaces donnant vers l'extérieur seront équipées d'un voile en tissu qui peut être déplié pour plus d'intimité.

Toiture

Les toitures en forme de cheminées, seront réalisées avec une structure en bois et des tuiles en terre cuite. Ce sont des matériaux naturels et reconnus pour leur durabilité face au climat tropical et s'intègrent parfaitement dans l'environnement local.



Image 2 – vue de la façade extérieur



Image 3 – vue d'une chambre



Image 4 – vue d'une salle de bain

Dans le but d'offrir une meilleure perception du résultat final, les images de l'hôtel Joglo Organik Guesthouse à Bali, servent d'illustration d'un possible résultat final. ([booking.com](https://www.booking.com))

3.2. PROPOSITION TYPE DE PISCINE

Le choix du type de piscine pour les villas, est basé sur une analyse des différentes solutions détaillées au chapitre 3.2.1 ci-dessous. La solution porte sur l'installation de piscines naturelles, également appelées piscines biologiques ou bassins naturels.

Le traitement de l'eau est réalisé de manière naturelle, par l'action de plantes aquatiques et sans ajout de produits chimiques.

Les piscines seront enterrées et rendues étanches à l'aide de bâches en EPDM. Elles sont moins exigeantes en matériaux pour leur construction et leur entretien. Ce choix apparaît ainsi comme la solution la plus adaptée pour répondre aux objectifs écologiques du projet.

3.2.1. Processus d'analyse des solutions

Type de piscine

Pour la construction des piscines privées des villas, la réflexion a débuté par identifier quel est l'objectif principal à l'utilisation de ces installations étant directement situées en bord de mer :

- Piscine longue pour des touristes qui cherchent une activité sportive en vacances.
- Piscine pour de la détente au look moderne sans la contrainte de l'eau salée.
- Piscine décorative pour de la détente avec le charme d'une nature proche.

La variante d'un bassin de détente avec le charme d'une nature proche apparaît comme l'approche la plus logique.

Qualité de l'eau

Pour la qualité de l'eau trois options ont été envisagées :

- Piscine conventionnelle avec traitement chimique par chlore.
- Piscine à l'eau salée, utilisant un procédé de transformation du sel ajouté en chlore.
- Piscine à l'eau non salée et naturelle, où la source d'eau peut provenir d'un système de récupération des eaux de pluie et où l'eau est traitée par des plantes aquatiques et par des organismes.

La solution naturelle a été privilégiée, car elle respecte davantage les valeurs du projet.

Implantation des bassins

Pour l'implantation des piscines, trois solutions s'offrent au projet :

- Piscine enterrée : adaptées pour une mise en place en face d'une terrasse ouverte sur la mer.
- Piscine semi-enterrée : envisageable en cas d'une villa posée sur pilotis.
- Piscine hors-sol : incompatible avec l'esprit du projet.

La solution de la piscine enterrée ou semi-enterrée sont retenues car elles s'intègrent parfaitement au concept de la villa et du paysage.

Matériaux de construction

Point important avec trois types de matériaux qui sont comparés :

- Structure en béton : solide mais nécessitant l'importation de matériaux peu écologiques.
- Coques en fibre de verre : résistantes, adapté aux piscines naturelles, moulé en atelier mais contraignant en termes de logistique et écologique.
- Bâches en EPDM : légères, faciles à poser et adaptées aux piscines naturelles, moyennement écologique puisque c'est un matériau dérivé du pétrole.

La solution de la bâche EPDM a été retenue pour sa facilité d'application et sa logistique plus facile. Une variante en caoutchouc naturel peut être une variante plus écologique.

3.2.2. Inconvénients d'un bassin naturel

Bien que les bassins naturels présentent de nombreux avantages, ils présentent certaines contraintes :

- Brassage de l'eau : afin de permettre un bon taux d'oxygénéation de l'eau qui garantit la survie des plantes aquatiques, un système de pompe de brassage plus énergivore doit être mis en œuvre.
- Consommation d'eau plus importante : résultat qui découle du brassage de l'eau et d'une surface en contact avec l'air ambiant plus importante, puisque la surface des piscines doit être plus grande afin d'accueillir une zone de faible profondeur pour la plantation des plantes aquatiques.
- Température de l'eau : la température de l'eau ne doit pas dépasser 24°C pour limiter les risques de prolifération de bactéries, notamment de staphylocoques dorés.

La problématique de l'hygiène de l'eau dans un bassin accessible aux personnes est un critère important à ne pas négliger. En 2009 la piscine naturelle de la municipalité de Combloux (15) a dû être fermée temporairement à cause d'une contamination aux staphylocoques dorés. Pour pallier ce problème, le service technique est contraint de renouveler l'eau des bassins avec de l'eau à 10°C afin de maintenir la température des bassins en dessous de 24°C.

De ce fait, une solution technique devra être mise en œuvre dans le projet pour garantir le refroidissement ou un traitement bactériologique de l'eau dans un climat avec des températures élevées, ce qui rend les bassins moins écologiques qu'espéré.

3.2.3. Proposition surfaces et volumes des piscines

Les piscines naturelles sont divisées en deux zones distinctes.

Une première zone de baignade en partie centrale de la piscine et une deuxième zone de lagunage et de régénération avec cascade.

La zone de baignade représente entre un tiers et la moitié de la surface totale des bassins. La zone de lagunage et de régénération, qui peut être placée en périphérie de la zone de baignade ou dans un autre bassin, fonctionne comme un marais filtrant avec des plantes aquatiques et des organismes tels que des libellules pour purifier l'eau.



Image 5 – exemple de piscine naturelle (idees-piscine.com)

Les piscines des villas seront réalisées avec les deux zones en un seul bassin par villa. La partie de baignade représentera la moitié de la surface totale, avec une surface totale de 60 m² par villa.

Les caractéristiques de la piscine sont les suivantes :

zone	surface	profondeur	volume d'eau
- de baignade	30 m ²	1.60 m.....	48 m ³
- de lagune/régénération.....	30 m ²	0.50 m.....	15 m ³
total	60 m²		63 m³

Il existe plus de 70 sortes de plantes filtrantes, adaptées à tout type de climat.



Image 8 – Lemna ([wikipedia.org](https://en.wikipedia.org))



Image 8 – Nymphaea Alba (hippuris.net)



Image 8 – Pistia stratiotes ([wikipedia.org](https://en.wikipedia.org))

3.2.4. Proposition chemins principaux

Pour l'aménagement du chemin principal traversant l'île d'ouest en est, quatre bandes parallèles en pierre seront disposées pour permettre le passage des véhicules.

Cette solution permet de limiter l'utilisation de matériaux en niveling uniquement les zones de passage des roues. Elle permet aussi de favoriser le drainage du sol, de garantir un chemin praticable tout en conservant la végétation.



Figure 10 – exemple chemin voies parallèles

3.2.5. Proposition chemins secondaires

Les chemins secondaires sont conçus comme des espaces dédiés à la promenade et à la découverte de l'île. Pour garantir un minimum de confort et de propreté, notamment en période de pluie, tout en offrant une expérience authentique aux visiteurs, ces sentiers seront recouverts de copeaux de bois.

Cette solution permet de valoriser les résidus issus de la construction des infrastructures en bois, tout en offrant une utilisation durable des arbres en fin de vie sur l'île. En effet, l'utilisation d'énergie thermique ne se reposera pas sur l'incinération de matériaux.



Figure 11 – exemple sentier en coupeaux

3.2.6. Proposition terrain d'activités sportives

La proposition pour les revêtements des futurs terrains de sport et d'activités s'appuie sur l'utilisation d'un revêtement de type Smashcourt (16), proposé par le fabricant Realsport.

Ce sol est conçu pour un usage extérieur, offre un entretien simplifié et ne nécessite pas d'arrosage.

D'après le fabricant, ses caractéristiques de jeu se rapprochent de celles d'un terrain en terre battue.



Figure 12 – échantillon terrain Smashcourt

4. ESTIMATION DES BESOINS ET DES FLUX DU COMPLEXE

4.1. CONSOMMATION ALIMENTAIRE POUR HUMAINS

4.1.1. Estimation des denrées alimentaires

L'estimation des produits alimentaires a été réalisée sur la base des recommandations nutritionnelles Suisses pour les adultes (17), établies par l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OFSAV).

La recommandation Suisse a été choisie comme base de calcul, partant du principe que les besoins nutritionnels pour rester en bonne santé reposent sur une alimentation saine et variée, que cela soit en Suisse ou ailleurs dans le monde. Pour cette raison, il paraît cohérent de maintenir ce principe alimentaire même en période de vacances.

Même si les habitudes alimentaires varient pendant les vacances et avec les variations de températures, ces recommandations constituent une bonne base pour réaliser une estimation quantitative d'aliments à prévoir.

La liste ci-dessous présente un résumé des aliments et des quantités prévues sur la base des recommandations :

aliments	(kg/j·p)	resort (45p)	villa 1(10p)	villa 2(10p)	total (kg/j)
- légumes	0.36	16.2	3.6	3.6	23.4
- fruits	0.24	10.8	2.4	2.4	15.6
- pommes de terre	0.30	13.5	3.0	3.0	19.5
- céréales, riz	0.30	13.5	3.0	3.0	19.5
- lait	0.20	9.0	2.0	2.0	13.0
- yogourt	0.20	9.0	2.0	2.0	13.0
- fromage	0.10	4.5	1.0	1.0	6.5
- viande, poisson	0.06	2.9	0.6	0.6	4.2
- légumineuses	0.03	1.5	0.3	0.3	2.2
- œuf	0.05	2.2	0.5	0.5	3.2
- graines, oléagineux	0.02	0.9	0.2	0.2	1.3
- huile, matières grasses	0.02	0.9	0.2	0.2	1.3
- sucreries	0.02	0.9	0.2	0.2	1.3
total	85.5	19.0	19.0	19.0	123.5

Pour le calcul de l'estimation des besoins, le nombre total du personnel du resort a été appliqué de 45 personnes, au lieu des 30 personnes. Cela permet d'intégrer une légère marge de sécurité qui constitue une réserve en cas d'imprévus logistiques.

Au total pour l'alimentation des occupants du complexe hôtelier, il faut environ **123.5 kg** d'aliments chaque jour pour assurer une alimentation saine, variée et en quantité suffisante, ce qui représente **1.9 kg** de nourriture par personne et par jour. La consommation annuelle en aliments est estimée à **45'077 kg**.

4.1.2. Conservation des aliments

Pour avoir une idée des volumes de nourriture à stocker dans le resort, les différents produits présentés précédemment dans le point 4.1.1 ont été regroupés par catégories selon le mode de stockage approprié à chaque catégorie :

aliments	chambre froide (kg/j)	sellier (kg/j)
- fruits et légumes	39.0	0.0
- féculents, fruits secs	0.0	42.3
- produits laitiers	32.5	0.0
- protéine animale	7.2	0.0
- matières grasses	0.0	1.3
- sucre	0.0	1.3
total	78.7	44.9

Suite à cette analyse, il ressort que 64% des produits alimentaires devront être entreposés en chambres froides, tandis que 36% devront être conservés dans des locaux secs, protégés de l'humidité et des nuisibles.

4.2. ANIMAUX D'ÉLEVAGE

L'élevage d'animaux sur l'île a pour principal objectif de valoriser les déchets alimentaires générés localement en les réutilisant comme source de nourriture pour les animaux. L'élevage produira du fertilisant naturel qui sera destiné à la ferme du resort, contribuant ainsi à la production locale d'aliments.

En complément, l'activité est utile pour l'occupation du personnel pendant leur temps libre et pour l'enrichissement de l'expérience touristique sur l'île.

4.2.1. Alimentation des animaux

L'estimation du nombre d'animaux repose sur la quantité de déchets alimentaires générés quotidiennement dans le resort. Pour cette estimation, deux types d'animaux ont été retenus.

La poule pondeuse, qui consomme journalièrement environ à 0.15 kg (18), et le porc qui consomme 2.0 kg (19) d'aliments. Leur régime alimentaire se compose principalement de céréales telles que le blé, le maïs et l'orge. En complément, ils seront nourris avec les déchets alimentaires.

Le nombre d'animaux et la répartition des besoins en aliments et en eau se résument de cette manière :

animaux	céréales	restes alim.	besoins en eau
- 40 poules pondeuses.....	3.0 kg/j	3.0 kg/j	16.0 l/j
- 6 porcs	6.0 kg/j	6.0 kg/j	66.0 l/j
total	9.0 kg/j	9.0 kg/j	82.0 l/j

Le nombre total d'animaux sur l'île sera d'environ **46 animaux**. L'alimentation en céréales est estimée à **3'285 kg/an** et **30 m³ d'eau par an** seront utilisées pour l'abreuvement des animaux.

4.2.2. Surface dédiée à l'élevage

L'estimation de la surface nécessaire à l'élevage se base sur le principe que les animaux seront élevés en plein air, dans une surface cloisonnée avec du grillage. Une porcherie et un poulailler seront créés à l'aide de matériaux locaux, pour le confort des animaux. Les surfaces pour l'élevage sont estimées ainsi :

animaux	espace fermé	espace à l'air libre	espace total
- 40 poules pondeuses.....	16 m ²	400 m ²	416 m ²
- 6 porcs	15 m ²	800 m ²	815 m ²
total	31 m²	1'200 m²	1'231 m²

La surface totale dédiée à l'élevage des animaux est arrondie à **1'500 m²**, qui comprendra les infrastructures nécessaires pour le stockage des aliments, des déchets et des autres éléments nécessaires à l'élevage.

4.2.3. Production des déchets des animaux

Dans le but d'élever des animaux épanouis et en bonne santé, il est important de nettoyer l'espace de vie des animaux régulièrement. Pour l'estimation des déchets générés par l'élevage des animaux, on se basera sur les informations recueillies sur le site wikifarmer.com (20).

Cela évite d'attirer les mouches, insectes et autres nuisibles. Les déchets pourront être utilisés comme fertilisant riches en azote, en phosphore et en potassium pour la culture d'aliments. Avant d'être répondues dans le sol, ils doivent être compostées pendant 5 à 6 mois. L'estimation est calculée de la manière suivante :

animaux	fumier (kg/a·an)	total
- 40 poules pondeuses.....	75 kg/a·an	3'000 kg/an
- 6 porcs	1'000 kg/a·an	6'000 kg/an
total		9'000 kg/an

La production annuelle de déchets organiques issus de l'élevage est estimée à environ **9'000 kg**. Cette masse comprend à la fois les déjections animales et les substrats secs issus de végétaux utilisés comme litière. De manière générale, afin de fertiliser le terrain en vue de culture de fruits et légumes, il faut prévoir **2 kg** de fumier par m² et par an.

4.3. AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE

Dans l'archipel de Karimun Jawa, le développement de l'agriculture se heurte à plusieurs contraintes telles que la salinité des sols, le pH du sol, le manque d'eau douce, ainsi que les impacts environnementaux possibles sur le parc marin environnant. Cependant, dans le cadre de cette étude, ces contraintes sont volontairement mises de côté par manque d'informations et d'analyses plus approfondies.

Le choix des cultures et des aliments envisagées repose sur diverses sources, comme par exemple Wikipédia, qui recense les productions agricoles courantes en Indonésie. Il est important de noter que, bien que le pays bénéficie de différentes régions géographiques, la faisabilité de la culture et les rendements peuvent varier entre une zone montagneuse et une zone côtière. Ainsi, les cultures prochainement présentées sont donc théoriques et devront faire l'objet d'une réévaluation par un ingénieur agronome afin de valider la faisabilité et les rendements.

Néanmoins, cette estimation permettra d'estimer les besoins en surface de culture, les besoins en eau douce pour l'irrigation ainsi que des quantités des produits alimentaires qui pourraient être produits sur place par rapport à la surface projetée.

4.3.1. Culture de fruits et légumes

L'Indonésie comme le reste de l'Asie du Sud-Est est riche en divers fruits exotiques. La culture de légumes et de légumineuses fait également partie de la culture locale. Après une rapide recherche sur divers sites, voici un aperçu des produits qui pourraient être cultivés sur l'île :

- Plantation de fruits : avocat, mangue, mangoustier, ananas, papaye, banane.
- Culture de légumes : carotte, tomate, chou, pomme de terre, patate douce, manioc.
- Culture de légumineuses : haricot rouge, haricot mungo.

Dans le but de faciliter l'estimation, les quantités de production de ces aliments se baseront uniquement sur un seul aliment par catégorie, qui sont :

- La papaye (21) pour les fruits, dont l'Indonésie était le 5^{ème} producteur mondial en 2018.
- La pomme de terre (22) pour les légumes, dont la variété Granola est la première variété cultivée et consommée en Indonésie.
- Les haricots mungo (23) pour les légumineuses, qui vient de l'Inde et dont les températures idéales à sa culture sont de l'ordre de 28 à 30°C et peut résister aux sécheresses.

Le mois d'août étant le mois le plus sec de l'année, sera utilisé comme mois de référence pour le dimensionnement des installations de traitement d'eau d'irrigation.

caractéristique	fruit	légume	légumineuse	total
- surface attribué	1'000 m ²	1'000 m ²	2'000 m ²	4'000 m ²
- aliment	papaye	pom. de terre.....	haricot	
- période de culture	toute l'année	mai à octobre	toute l'année	
- temps de pousse	24 mois	3 mois.....	3 mois	
- nombre de cycles par an	0.5	2	4	
- rendement par cycle	2.5 kg/m ²	3.0 kg/m ²	0.08 kg/m ²	
- besoins en eau par mois.....	175 mm	150 mm.....	50 mm	
- consommation en août	149 m ³	124 m ³	24 m ³	297 m ³
- consommation en eau annuelle	580m ³	430m ³	86 m ³	1'096 m ³
- production projetée par an.....	2'500 kg	5'000 kg.....	640 kg	8'140 kg
- besoins par an (chapitre 4.1.1)	5'694 kg	8'541 kg.....	814 kg	15'048 kg
- importation	3'194 kg	3'541 kg	173 kg	6'908 kg
- taux importation	56 %	41%	21%	45%

4.3.2. Protéine animale

Comme présenté dans le chapitre 4.2.1, le resort accueillera en plus des touristes et du personnel, 46 animaux d'élevage, répartis entre 40 poules pondeuses et 6 porcs. Cet élevage a pour objectif de compléter l'apport en protéines animales qui peut être facilement assurées par l'activité de la pêche.

Pour mieux comprendre l'estimation, il est important de savoir que les poules pondeuses ne produisent pas d'œuf pendant les 6 premiers mois de vie et que leur espérance de vie est comprise entre 6 à 8 ans. Pour cette estimation, leur élevage durera en moyenne 1.5 ans.

Pour l'élevage des porcs, la durée d'engraissement est d'environ 6 mois. A ce moment moyenne 110 kg de viande peut être espérée par animal.

caractéristique	viande	viande	œuf	total
- animaux par an	6 porcs (24)	40 poules.....	40 poules	46 animaux
- rendement annuel par cycle	110 kg/ani	1.5 kg/ani.....	16 kg/ani	
- cycle d'élevage par an	2	0.75.....	0.75	
- besoins en eau par an	2'007 l/ani	146 l/ani.....	compris	
- consommation en eau	24 m ³ /an	6 m ³ /an.....	compris	30 m ³ /an
- production projetée par an.....	1'320 kg	45 kg.....	480 kg	1'845 kg
- besoins par an (chapitre 4.1.1)...)	1'424 kg	compris.....	1'187 kg	2'611 kg
- importation	104 kg	0 kg	707 kg	811 kg
- import. avec corr. pêche	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg

Dans le tableau ci-dessus, en intégrant le fait qu'il est possible de pêcher aux alentours de l'île, on peut conclure **qu'il n'est pas nécessaire** d'importer de produits alimentaires de cette catégorie.

4.3.3. Culture fourragère

Le maïs a été retenu comme culture fourragère principale, car il constitue la deuxième céréale la plus cultivée en Indonésie après le riz. Cette plante s'adapte bien au climat tropical, à condition de bénéficier d'un bon ensoleillement, d'un sol bien drainé et d'un accès à l'eau douce pour l'irrigation.

caractéristique	maïs (25)
- surface attribué	2'000 m ²
- période de culture	avril à octobre
- temps de pousse	3.5 mois
- nombre de cycles par an	2
- rendement par cycle	0.4 kg/m ²
- besoins en eau par mois	175 mm
- consommation en août	149 m ³
- consommation en eau annuelle.....	1'160 m ³
- production projetée par an.....	1'600 kg
- besoins par an (chapitre 4.2.1).....	3'285 kg
- importation	1'685 kg
- taux importation	51 %

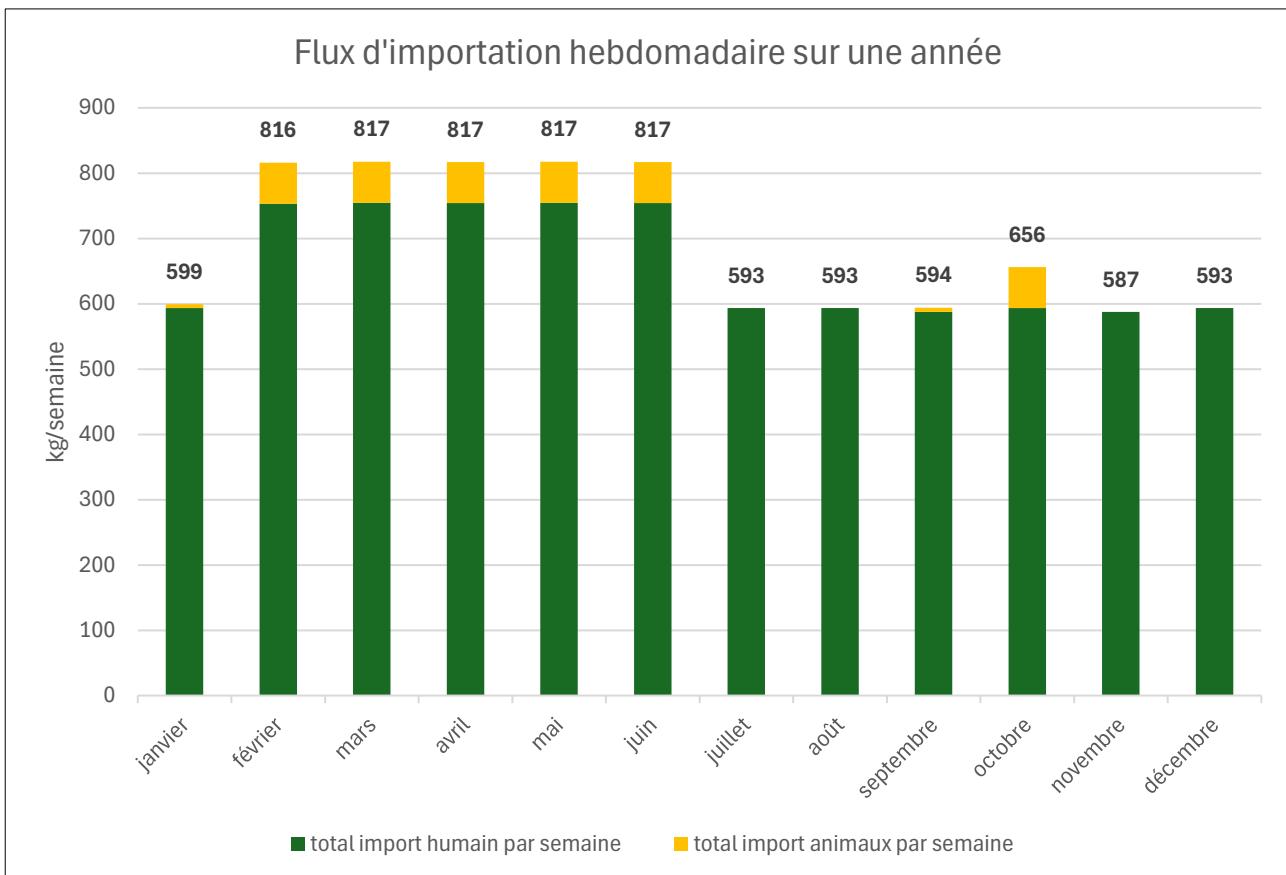
Remarque : L'importation de végétaux servant de litière pour les animaux n'est pas nécessaire. Les végétaux restant de la culture de légumes, culture fourragère et les végétaux présents naturellement sur place sont considérés comme suffisants.

4.3.4. Bilan des flux de l'autosuffisance alimentaire

Ainsi en combinant l'estimation du chapitre 4.1.1 Estimation des denrées alimentaires, l'estimation du chapitre 4.2.1 Alimentation des animaux et l'estimation des déchets alimentaires du chapitre 4.5.1, on obtient les besoins en produits alimentaires pour les personnes et les animaux qui représentent :

aliments	besoins par an	production par an	à importer
- pour humains	45'077 kg	10'751 kg	34'326 kg (76%)
- pour animaux	6'570 kg	4'885 kg	1'685 kg (25%)
total	51'647 kg	15'636 kg	36'011 kg (70%)

On constate après la comparaison entre les besoins en aliments et la production avec une surface de culture totale de 6'000 m² et 1'500 m² pour l'élevage d'animaux de consommation, le taux d'autosuffisance alimentaire est équivalent à **30 %**.



Graphique 1 – flux d'importation alimentaire par semaine sur une année

La quantité d'aliments importés est estimée à environ **600 kg par semaine**, avec des pics de **820 kg par semaine** pendant les mois de février à juin, périodes sans récoltes.

4.4. BESOINS EN EAU

L'analyse des besoins en eau du complexe hôtelier s'organise autour de plusieurs catégories. Elle se base sur les différents usages liés aux activités de fonctionnement du resort.

La première catégorie concerne l'eau potable, destinée à la consommation humaine. Cette eau doit être dépourvue de germes et de tout autre type de contaminants, qui peuvent être nombreux dans cette partie du globe, afin de garantir une sécurité pour la santé des personnes.

La deuxième catégorie est celle de l'eau domestique non potable. Bien qu'elle ne puisse être consommée directement, elle répond aux exigences sanitaires nécessaires pour un usage hygiénique tel que la douche, le lavage des mains, la vaisselle ou l'hygiène bucco-dentaire.

Enfin, la troisième catégorie qui correspond à l'eau d'irrigation et d'entretien, elle est utilisée pour l'arrosage des cultures et l'entretien des espaces végétalisés et aquatiques du complexe.

L'intérêt de répartir la consommation en différentes catégories à ce stade de l'étude est de regrouper par famille, les types d'eau nécessitant des traitements spécifiques avant leur utilisation finale. Cette approche permet d'optimiser le dimensionnement des installations et les ressources nécessaires.

4.4.1. Eau potable

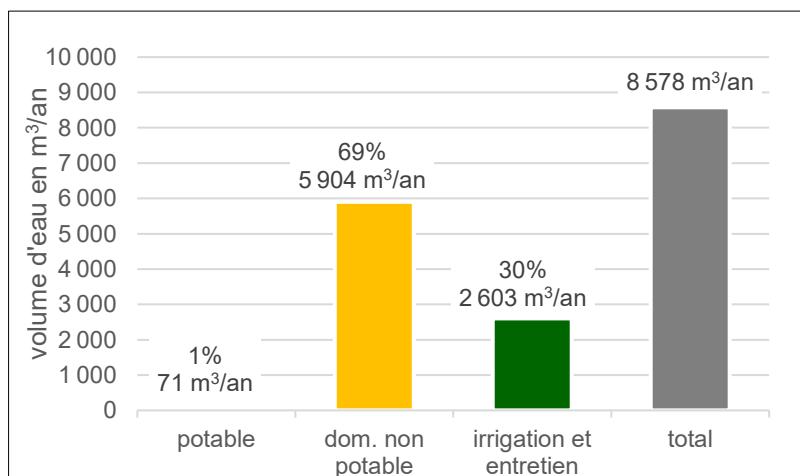
La consommation journalière en eau de boisson peut varier selon les personnes. Les facteurs comme l'âge, le poids et la forme physique d'une personne influencent les besoins journaliers en hydratation. En temps normal, les quantités minimales en liquides pour une personne sont comprises entre 30 et 35 ml par kg et par jour. Une personne d'une masse de 70 kg consommera environ 2.45 litres de liquides par jour. L'apport en liquide peut se faire par la consommation de boissons ou via la consommation d'aliments solides riches en eau.

Dans les climats chauds, secs et humides, les besoins peuvent être multipliés par trois d'après les informations de l'Association pour l'eau, le gaz et la chaleur Suisse (SVGW).

Pour la réalisation de cette estimation, on se base sur un scénario d'une hydratation par la consommation d'eau potable et pour une quantité moyenne de 3 litres par jour et par personne. Les besoins restants seront apportés via l'alimentation solide ou autres produits alimentaires.

besoins	(l/j·p)	resort (45p)	villa 1(10p)	villa 2(10p)	total
- eau potable	3.0	135 l/j	30 l/j.....	30 l/j	195 l/j

La consommation totale en eau potable est estimée à **195 litres** par jour. Annuellement, la consommation est estimée à **71 m³**.



Graphique 2 – consommation d'eau présenté aux points 4.4.1 à 4.4.3

4.4.2. Eau domestique non potable

L'estimation des besoins en eau pourrait se baser sur une moyenne nationale de 120 litres par jour et par personne (26). A titre de comparaison, la consommation d'eau domestique en Suisse est d'environ 142 litres d'eau par jour et par personne (27). La différence peut s'expliquer par le fait qu'en Indonésie uniquement 70% de la population ont accès à la distribution de l'eau courante, contrairement à la Suisse.

Quoi qu'il en soit, cette façon de calcul ne peut être appliquée dans le cadre de ce projet. Le resort étant petit, isolé et devant assurer des services d'hôtellerie gourmands en eau par rapport à une simple maison, l'estimation des besoins se basera sur la norme SIA 2024 :2021 (28).

Cependant les besoins peuvent varier à la hausse dans un milieu climatique comme en Indonésie. Pour cette raison, les valeurs suivies d'un astérisque (*) indiquent une majoration de 50% de la valeur par rapport aux recommandations de la SIA.

Villa des maîtres

<i>local</i>	<i>unités</i>	<i>eau froide</i>	<i>eau chaude</i>	<i>total</i>
- chambre d'hôtel	4 lits	180* l/u·j	60* l/u·j	960 l/j
- spa et bien être	1 douche	120 l/u·j	60 l/u·j	180 l/j
	<i>total</i>	<i>840 l/j</i>	<i>300 l/j</i>	<i>1'140 l/j</i>

Villa du personnel accompagnant

<i>local</i>	<i>unités</i>	<i>eau froide</i>	<i>eau chaude</i>	<i>total</i>
- chambre d'hôtel	2 lits	180* l/u·j	60* l/u·j	480 l/j
	<i>total</i>	<i>360 l/j</i>	<i>120 l/j</i>	<i>480 l/j</i>

Village du personnel et ouvrages du resort

<i>local</i>	<i>unités</i>	<i>eau froide</i>	<i>eau chaude</i>	<i>total</i>
- habitat collectif	45 pers.	160* l/u·j	50* l/u·j	9'450 l/j
- restaurant	65 sièges	30 l/u·j	15 l/u·j	2'925 l/j
- buanderie**	8 cycles	70 l/u·j	-	560 l/j
	<i>total</i>	<i>9'710 l/j</i>	<i>3'225 l/j</i>	<i>12'935 l/j</i>

** : estimation personnelle hors recommandations de la SIA.

L'estimation du nombre de cycles journaliers de lavage résulte de la réflexion suivante :

- 1 changement de linge de lit chaque deux jours pour les touristes → 36 kg (1'000g par unité)
- 1 changement de linge et serviette par touriste et par jour → 20 kg (500g par unité)
- 1.5 changements pour les tenues du personnel par jour → 36 kg (800g par tenue)
- 1 cycle de lavage hebdomadaire pour les affaires du personnel → 30 cycles par semaine
- 1 cycle de lavage tous les 2 jours pour les affaires des touristes → 6 cycles par semaine
- 1 cycle de lavage tous les 2 jours pour les affaires du restaurant → 6 cycles par semaine

En équipant le resort de machines à laver d'une capacité de lavage de 10 kg de linge par cycle, le nombre hebdomadaire total de cycles est de 52. Ce qui implique 8 lavages par jour. Une machine standard du commerce consomme approximativement 70 litres d'eau par cycle.

La consommation journalière totale en eau domestique non potable, représente **16'175 litres d'eau froide** dont **4'065 litres d'eau chaude**. Ainsi, environ **249 litres** d'eau sont consommés par jour et par personne, le double de la moyenne nationale en Indonésie. Annuellement la consommation est estimée à **5'904 m³**.

4.4.3. Eau d'irrigation et d'entretien des aménagements

Comme son nom l'indique, cette eau n'est pas destinée à la consommation humaine. Sa qualité peut présenter un niveau inférieur à celle de deux autres catégories, tant que la teneur en sel demeure faible.

Elle sera utilisée pour l'irrigation des cultures du resort, l'abreuvoir des animaux, l'arrosage des espaces extérieurs et ainsi que le remplissage des piscines naturelles.

Besoins pour les aménagements extérieurs

Afin de garantir une végétation verte et saine au sein du resort, il est recommandé d'arroser les espaces verts tous les deux jours dès que la température ambiante dépasse 25°C. Pour chaque session d'arrosage, une quantité de 5 litres par m² est requise.

La période d'arrosage est comprise en dehors des saisons des pluies, de juillet à septembre. L'estimation repose sur une surface totale de 1'000 m² d'espaces verts, sur l'ensemble du site.

La consommation journalière en eau est ainsi estimée à **1'580 litres par jour**, pour une consommation annuelle de **101 m³** d'eau.

Besoins pour les piscines

Le renouvellement de l'eau dans une piscine naturelle est déconseillé, car il risque de perturber l'écosystème des bassins. Les besoins en eau se limitent principalement à la compensation des pertes liées à l'évaporation et aux pertes liées à la baignade.

Pour estimer ces pertes, on se base sur l'équation empirique de Smith et al 1993, publiée dans le formulaire de 2011 ASHRAE, dont le site freengy (29) en publie l'extrait du calcul:

$$Wp = \frac{A}{Y} \cdot ((p_w - pa) \cdot (0,089 + 0,0782 \cdot V)) \cdot 3600 \cdot 24$$

dont:

W_p = litres d'évaporation par jour en kg/j

A = surface du bassin en m²

Y = chaleur latente d'évaporation de l'eau en kJ/kg

p_w = pression de vapeur saturante à température de l'eau en kPa = $0.6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27 \cdot T}{T+237,3}\right)$

p_a = pression de vapeur réelle dans l'air ambiant en kPa = $0.6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27 \cdot T}{T+237,3}\right) \cdot \frac{HR}{100}$

Les conditions climatiques du mois d'août ont été retenues comme base de calcul. Les paramètres utilisés sont les suivants :

T = température de l'eau du bassin = 30°C

HR = humidité relative = 75%

A = 60 m²

Ta = température de l'air ambiant = 30°C

V = 4 m/s pour piscine à l'air libre

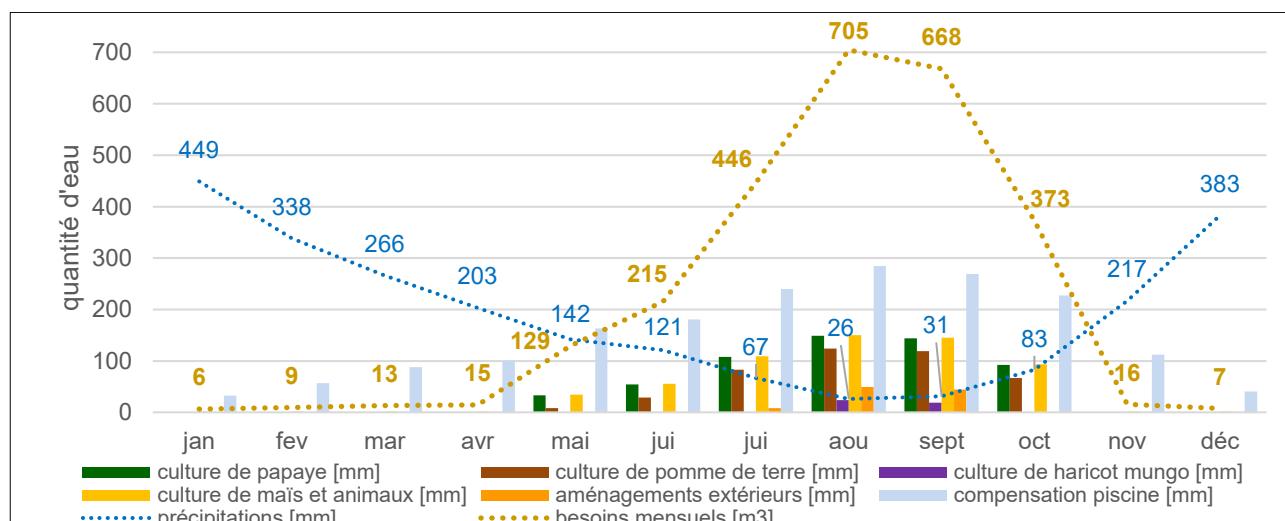
Y = 2'260 kJ/kg

Ainsi les pertes journalières est estimée à **597 l/j par piscine**, ce qui représente une hauteur d'eau mensuelle de 310 mm. Une partie de l'évaporation sera compensée par les précipitations, le reste du volume à compenser est d'environ **108 m³ par piscine et par an**.

Estimation finale en eau d'irrigation et d'entretien

Les besoins se résument de la manière suivante, dont le mois d'août est utilisé comme référence, étant le mois le plus sec de l'année :

activité	moyenne en août	consommation
- culture aliments pour humains (chapitre 4.3.1)	10'350 l/j	1'096 m ³ /an (42.1%)
- élevage des animaux (chapitre 4.3.2)	83 l/j	30 m ³ /an (1.1%)
- culture fourragère (chapitre 4.3.3)	9'600 l/j	1'160 m ³ /an (44.6%)
- aménagements extérieurs (chapitre 4.4.3).....	1'580 l/j	101 m ³ /an (3.9%)
- piscines villas privées (chapitre 4.4.3).....	600 l/j	216 m ³ /an (8.3%)
total	22'213 l/j	2'603 m³/an



Graphique 3 – estimation des besoins en eau d'irrigation et entretien

4.5. DÉCHETS LIÉ À L'ACTIVITÉ HUMAINE

4.5.1. Déchets alimentaires

Pour l'estimation des déchets alimentaires biodégradables, on se basera sur deux articles traitant de la thématique des déchets alimentaires dans le milieu hôtelier. Le premier article intitulé "Gaspillage alimentaire : comment les hôtels et les restaurants peuvent agir ?" (30), publié par le média Euronews le 21.06.2023, estime que 17% des aliments mis à disposition des consommateurs sont gaspillés.

Dans le deuxième article intitulé "Pour un tourisme solidaire : Luttons contre le gaspillage alimentaire dans les hôtels et les restaurants" (31), paru sur le média lapress.tn, estime que 0.7 kg de déchets alimentaires sont produits par jour et par client, dont le pain représente 40% des déchets. Toujours selon les données de l'article, le gaspillage touche 12% des aliments préparés dans les hôtels et 16% des repas dans les restaurants.

Pour finir, les données sur la composition des déchets en Indonésie pour l'année 2021 présentés sur le site business-indonesia.org (32), révèle que les déchets alimentaires dans le pays représentent 48'162 tonnes par jour pour environ 280 millions d'habitants. Cela représente 0.2 kg de déchets par jour et par personne.

Sur la base de ces informations et sur l'estimation des besoins en denrées alimentaires calculée en chapitre 4.1.1, un taux de 15% de gaspillage alimentaire sur l'île est retenu pour la suite des estimations et pour le dimensionnement des futures installations.

besoins en aliments	consommation	taux retenu	déchets
- pour une personne.....	1.9 kg/j	15%.....	0.3 kg/j
- pour 50 personnes.....	95 kg/j	15%.....	14.3 kg/j

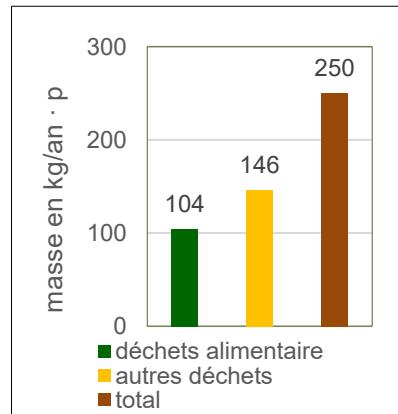
La génération de **14.3 kg/j** de déchets alimentaires semble réaliste, en rapport avec les estimations des médias, pour un complexe hôtelier qui prône les valeurs écologiques et qui veillera à ne pas dépasser au-dessus la valeur calculée.

4.5.2. Autres déchets

Pour estimer la part des autres déchets produits sur l'île, une approche consisterait à calculer le poids des emballages de chaque produit importé sur l'île. Cette méthode étant longue et elle-même basée sur d'autres estimations, peut s'avérer peu précise.

La solution de s'appuyer sur les données officielles du ministère de l'Environnement et des Forêts, présentée sur le Tableau 4 – données sur la composition des déchets en 2021 en Indonésie ([business-indonesia.org](#)), semble préférable.

De plus, le but de cette démarche consiste à estimer la masse des déchets produits, afin de déterminer les surfaces de stockage et la logistique qui devra être mise en œuvre pour acheminer les déchets jusqu'aux points de traitement des déchets sur l'île de Java, et non comme objectif primaire de développer des filières de recyclage par type de déchet sur l'île.



Graphique 4 – estimation de déchets par personne en kg/an

nombre de personnes	(hors nourriture et organiques) déchets
- 280 millions	103'598'000 kg/j
- une personne.....	0.4 kg/j
- 50 personnes	20 kg/j

Conforme au principe logistique décrit en chapitre 2.2.11, à savoir un réacheminement hebdomadaire en dehors de l'île des déchets qui ne peuvent pas être traités localement, le resort devra stocker provisoirement sur place jusqu'à **140 kg** de déchets par semaine.

4.5.3. Eaux usées

Comme pour l'eau potable, les eaux usées peuvent être réparties en différentes catégories afin d'optimiser le dimensionnement des installations de récolte, stockage et de traitement des eaux usées sur l'île.

Les estimations dédiées aux eaux usées seront réparties en trois groupes :

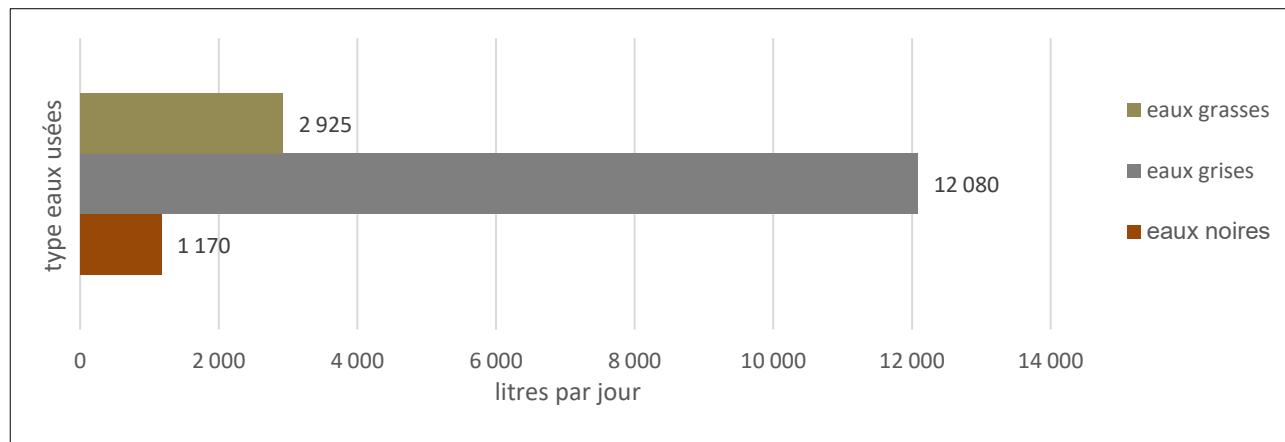
- Les eaux noires, contenant des matières fécales.
- Les eaux grises, dépourvues de matières fécales mais avec savons et détergents.
- Les eaux grasses, généré par la cuisine principale du resort.

La source des eaux usées générées dans le complexe hôtelier est liée à l'utilisation de l'eau domestique, vu dans le chapitre 4.4.2 Eau domestique non potable. Donc, elles se résument de la manière suivante :

eaux usées	resort (45p)	villa 1(10p)	villa 2(10p)	total
- eaux noires*	810 l/j	180 l/j	180 l/j	1'170 l/j
- eaux grises	9'200 l/j	1'440 l/j	1'440 l/j	12'080 l/j
- eaux grasses	2'925 l/j	-	-	2'925 l/j
total	12'935 l/j	1'620 l/j	1'620 l/j	16'175 l/j

* : estimation personnelle sur la base de 3 tirages de chasse d'eau par personne et par jour de 6 litres.

L'estimation révèle que les eaux grises représentent la majeure partie des eaux usées générées sur l'île, avec **12'080 l/j** (75%). Elles sont suivies par les eaux grasses avec **2'925 l/j** (18%), tandis que les eaux noires ne représentent que **1'170 l/j** (7%), mais qui nécessitent une plus grande attention.



Graphique 5 – quantités par type d'eau usée produit journalièrement en l/j

4.6. DÉPLACEMENTS IN-INTRA-OUT DE L'ILE

L'estimation des déplacements présentée dans ce chapitre se basera uniquement sur les véhicules fonctionnant à l'électricité, dont les batteries seront chargées à partir d'électricité produite sur place.

Par conséquent, les véhicules à moteur thermique, les VTT ainsi que les bateaux de logistique gérés par des prestataires externes au resort ne sont pas compris dans le périmètre de l'étude.

4.6.1. Déplacements par moyen de transport

Afin d'évaluer les distances annuelles parcourues par les moyens de transport mis à disposition par le complexe hôtelier, l'estimation a été réalisée en se basant sur les besoins opérationnels et touristiques identifiés. Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Transfert en bateau des touristes vers/depuis le point de rencontre : 1 déplacement hebdomadaire par villa.
- Liaisons en bateau avec l'île de Karimun Jawa : 1.5 déplacements hebdomadaires pour les touristes et 1 déplacement hebdomadaire pour le resort.
- Sécurité de l'île 24h/24 et 7j/7, tout l'année : 1 ronde par heure en bateau et 1 ronde en quad.
- Service room en voiturette électrique : 6 déplacements par jour et par villa, répartis en matin, midi, soir, nuit et deux services sur demande.
- Logistique et fonctionnement du resort : 1 déplacement quotidien.
- Activités touristiques en jets-ski et en quads : 1 sortie quotidienne de 4 jets-skis/quads par villa et 2 sorties par jour pour le resort.

A partie de ces hypothèses, les distances annuelles parcourues par catégorie de transport ont été calculées sous forme du tableau suivant :

moyen de transport	aller-retour	resort	villa 1	villa 2	total
- bateau ($v_{moy} = 30 \text{ km/h}$)	.....	1'872 km	3'848 km	3'848 km	9'568 km
- point de rencontre	20 km.....	-	52 dép/an	52 dép/an	2'080 km
- liaison avec Karimun Jawa	36 km.....	52 dép/an	78 dép/an	78 dép/an	7'488 km
- bateau ($v_{moy} = 10 \text{ km/h}$)	.....	59'954 km 14'180 km	14'180 km	88'314 km	
- découverte de l'archipel	36 km.....	104 dép/an	365 dép/an	365 dép/an	30'024 km
- activité de pêche	10 km.....	365 dép/an	104 dép/an	104 dép/an	5'730 km
- ronde de sécurité	6 km... 5'256 dép/an	1'752 dép/an ...	1'752 dép/an	52'560 km	
- voiturette électrique	.....	3'650 km	5'840 km	5'840 km	15'330 km
- service room	2 km.....	-	2'920 dép/an ...	2'920 dép/an	11'680 km
- logistique	10 km.....	365 dép/an	-	-	3'650 km
- quads tout terrain	.....	65'700 km	43'800 km	43'800 km	153'300 km
- divertissement (2h)	30 km.... 730 dép/an	1'460 dép/an ...	1'460 dép/an	109'500 km	
- ronde de sécurité	5 km... 5'256 dép/an	1'752 dép/an ...	1'752 dép/an	43'800 km	
- jets-ski	.....	36'500 km	73'000 km	73'000 km	182'500 km
- divertissement (4h)	50 km.... 730 dép/an	1'460 dép/an ...	1'460 dép/an	182'500 km	
total	.....	129'132 km	159'940 km	159'940 km	449'012 km

Le total démontre qu'en moyenne les 50 personnes présentes sur l'île parcourent journalièrement environ **24 km chacune**.

Concernant le véhicule agricole, son usage n'a pas été calculé en termes de distance parcourue. Il est prévu une recharge quotidienne, ce qui correspond à une utilisation standard selon les fabricants.

4.6.2. Besoins en énergie électrique

Le calcul des besoins énergétiques liés à la recharge des batteries des moyens de transport présentés dans le chapitre précédent repose sur des véhicules actuellement disponibles sur le marché. La recherche des véhicules a été réalisée à l'aide du moteur google, sans viser une sélection des modèles les plus performants.

Les marques et les modèles cités sont uniquement à titre indicatif et servent à obtenir des données d'autonomie, nécessaires à l'estimation de la consommation électrique annuelle.

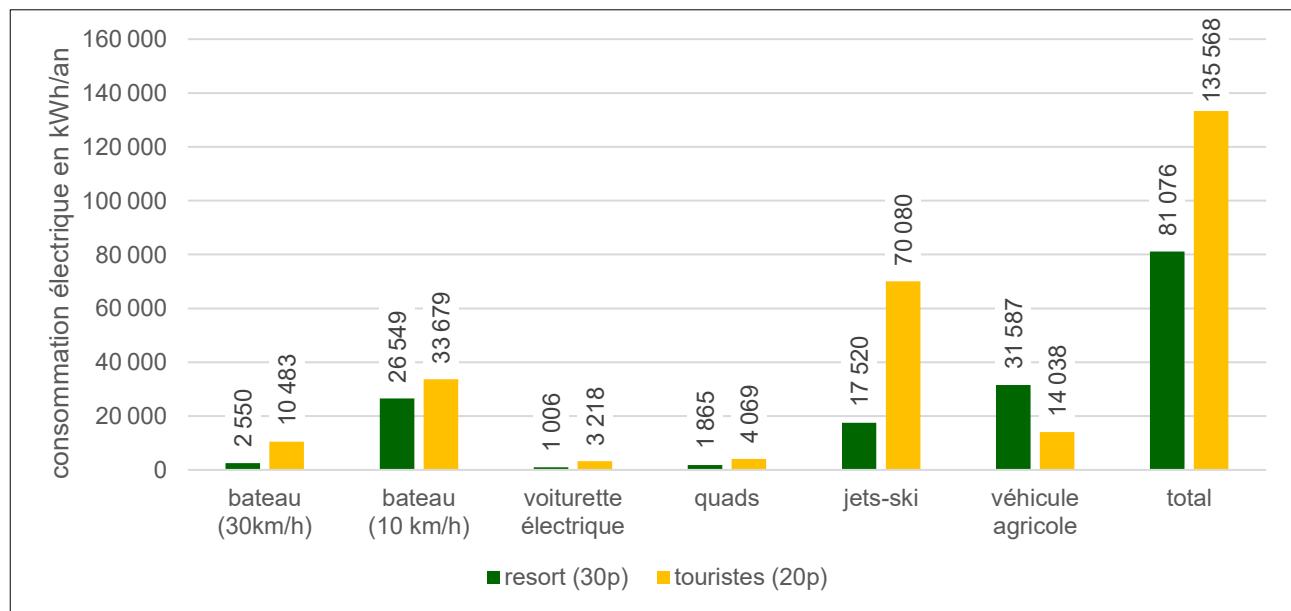
Présentation des véhicules sélectionnés pour le calcul d'énergie

<i>moyen de transport</i>	<i>model</i>	<i>autonomie</i>	<i>capacité batterie</i>
- bateau ($V_{moy} = 30 \text{ km/h}$).....	Eelex8000 (33)	92.5 km.....	126 kWh
- bateau ($V_{moy} = 10 \text{ km/h}$).....	Eelex8000 (33)	185 km.....	126 kWh
- voiturette électrique	sans marque (34)	80 km.....	22 kWh
- quads tout terrain	Hecht (35)	31 km.....	1.2 kWh
- jets-ski.....	Narke GT95 (36)	50 km.....	24 kWh
- véhicule agricole	sans marque (37)	8 h.....	125 kWh

Estimation des besoins électriques annuelles selon les véhicules sélectionnés

<i>moyen de transport</i>	<i>km annuel</i>	<i>recharges</i>	<i>consommation</i>
- bateau ($V_{moy} = 30 \text{ km/h}$).....	9'568 km.....	103 par an.....	13'033 kWh
- bateau ($V_{moy} = 10 \text{ km/h}$).....	88'314 km.....	478 par an.....	60'228 kWh
- voiturette électrique	15'330 km.....	192 par an.....	4'224 kWh
- quads tout terrain	153'300 km.....	4'946 par an.....	5'934 kWh
- jets-ski.....	182'500 km.....	3'650 par an.....	87'600 kWh
- véhicule agricole .....	.....	365 par an.....	45'625 kWh
total			216'644 kWh

Ainsi, la consommation annuelle en énergie électrique pour le déplacement in-intra-out de l'île est estimée à **216'644 kWh/an**, sans tenir compte des facteurs qui peuvent influencer l'estimation tels que la topographie, le climat et le mode de conduite des utilisateurs.



Graphique 6 – répartition entre touristes et resort de la consommation dû aux transports en kWh/an

Estimation des puissances de recharge (P_E)

Pour déterminer la puissance consacrée à la recharge des véhicules, on se base sur l'hypothèse que les véhicules nécessitent en moyenne 8 heures de recharge et peuvent être tous chargés en simultané.

<i>transport</i>	<i>batterie</i>	<i>village</i>	<i>villa 1</i>	<i>villa 2</i>	<i>total P_E</i>
- bateau	126 kW.....	4.....	2.....	2.....	126 kW
- voiturette électrique	22 kW.....	4.....	0.....	0.....	12 kW
- quads tout terrain	1.2 kW.....	4.....	4.....	4.....	2 kW
- jets-ski	24 kW.....	4.....	2.....	2.....	25 kW
- véhicule agricole	125 kW.....	1.....	0.....	0.....	16 kW
total	103 kW.....	39 kW.....	39 kW.....	39 kW.....	181 kW

4.7. FLUX DES ESTIMATIONS EN DIAGRAMME SANKEY

Dans le but de faciliter la visualisation des flux précédemment estimées, ce chapitre met sous forme de diagrammes de sankey les valeurs évaluées.

4.7.1. Flux cycle de l'eau

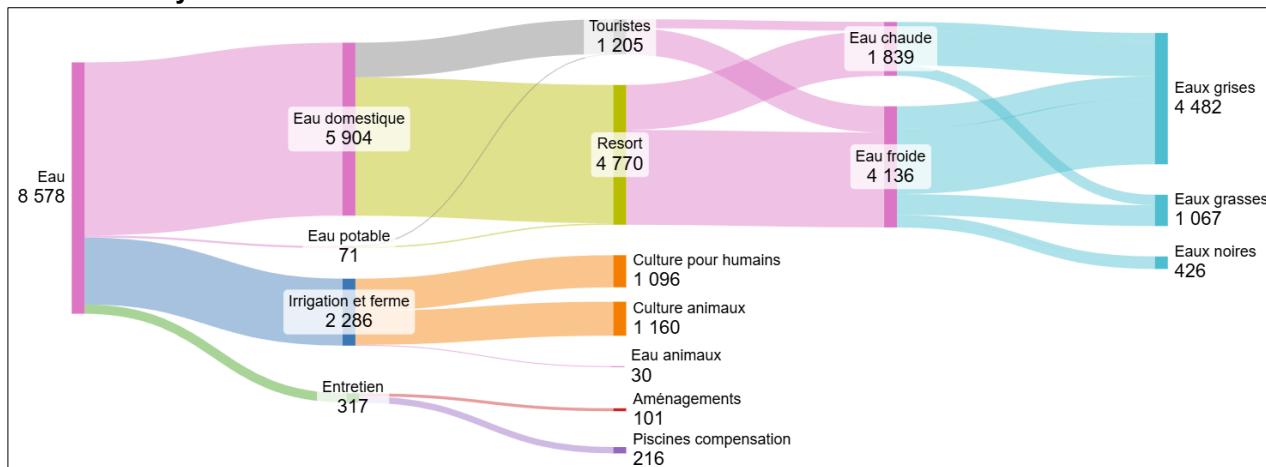


Diagramme 1 – flux du cycle de l'eau sur l'île en m³/an

4.7.2. Flux denrées alimentaires

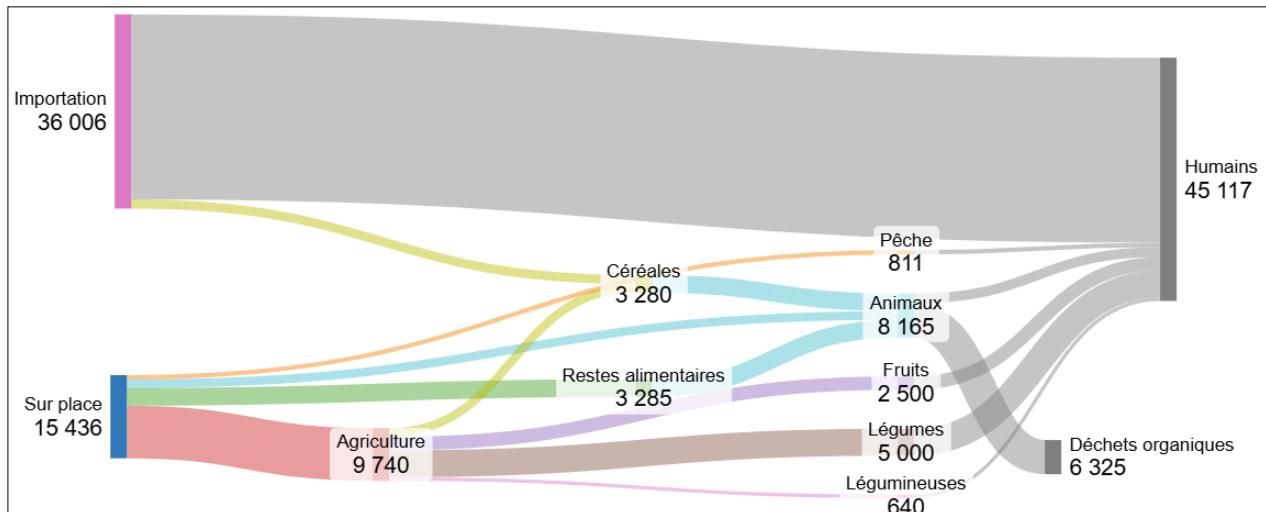
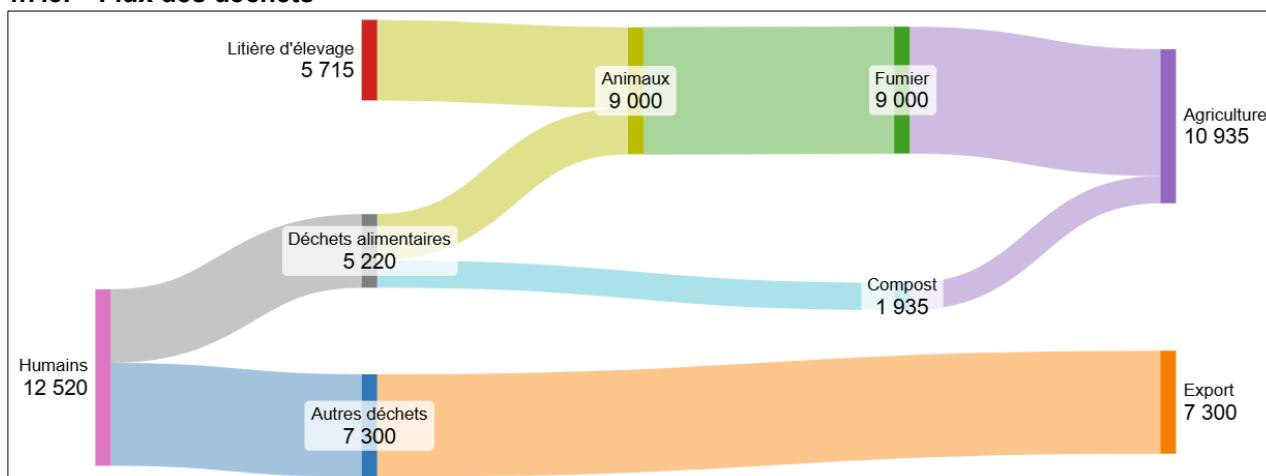


Diagramme 2 – flux alimentaire pour humains en kg/an

4.7.3. Flux des déchets



5. AMÉNAGEMENTS ET INSTALLATIONS TECHNIQUES

5.1. AMÉNAGEMENT DE L'ILE

5.1.1. Implantation des bâtiments

L'implantation des bâtiments et des infrastructures sur l'ile a nécessité une phase de réflexion. Plusieurs facteurs essentiels comme par exemple l'orientation des constructions, la surface dédiée à chaque fonction, les déplacements jusqu'aux îles environnantes, la vie générale du resort et les différentes installations techniques ont été pris en compte.

Réflexion 1 : Emplacement des villas et du village du personnel

La première étape du processus de réflexion se porte sur l'emplacement des villas. En Indonésie, les maisons traditionnelles sont orientées généralement vers le sud, à la fois pour des raisons de culture et pour limiter l'exposition directe au rayonnement solaire, le soleil étant au nord dans l'hémisphère sud.

Un comparatif a été réalisé selon les 4 orientations, selon des critères orientés sur les attentes des touristes :

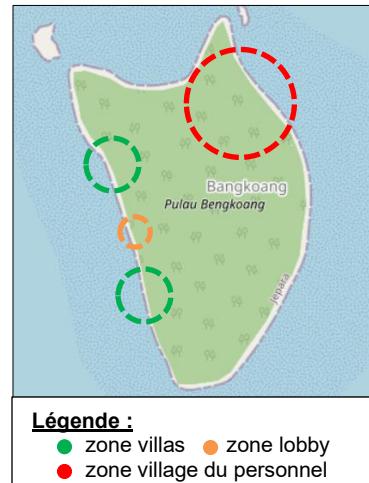


Figure 13 – repérage zones

critère	nord	est	sud	ouest
- arrivées départ de l'ile.....	désavantage	désavantage	avantage	avantage
- évacuation de l'ile	désavantage	désavantage	avantage	avantage
- éviter le vis-à-vis	désavantage	désavantage	avantage	désavantage
- exposition au soleil	avantage .....	.....	.....	-
- vue sur le lever du jour	avantage	avantage	désavantage	désavantage
- vue sur le coucher du soleil	avantage	désavantage	désavantage	avantage

Dans le cadre de ce projet, l'implantation des villas sur la côte **ouest** de l'ile semble la plus pertinente. Ce positionnement permet aux visiteurs d'être proches des îles de l'archipel, ce qui rend le déplacement vers et hors l'ile plus facile et leur permet de profiter chaque soir d'un agréable coucher de soleil sur place.

Le village du personnel considéré comme secondaire, en termes de priorité, sera positionné à l'opposé des zones dédiées aux touristes.

Réflexion 2 : distance entre les infrastructures

Deux options d'implantation ont été envisagées :

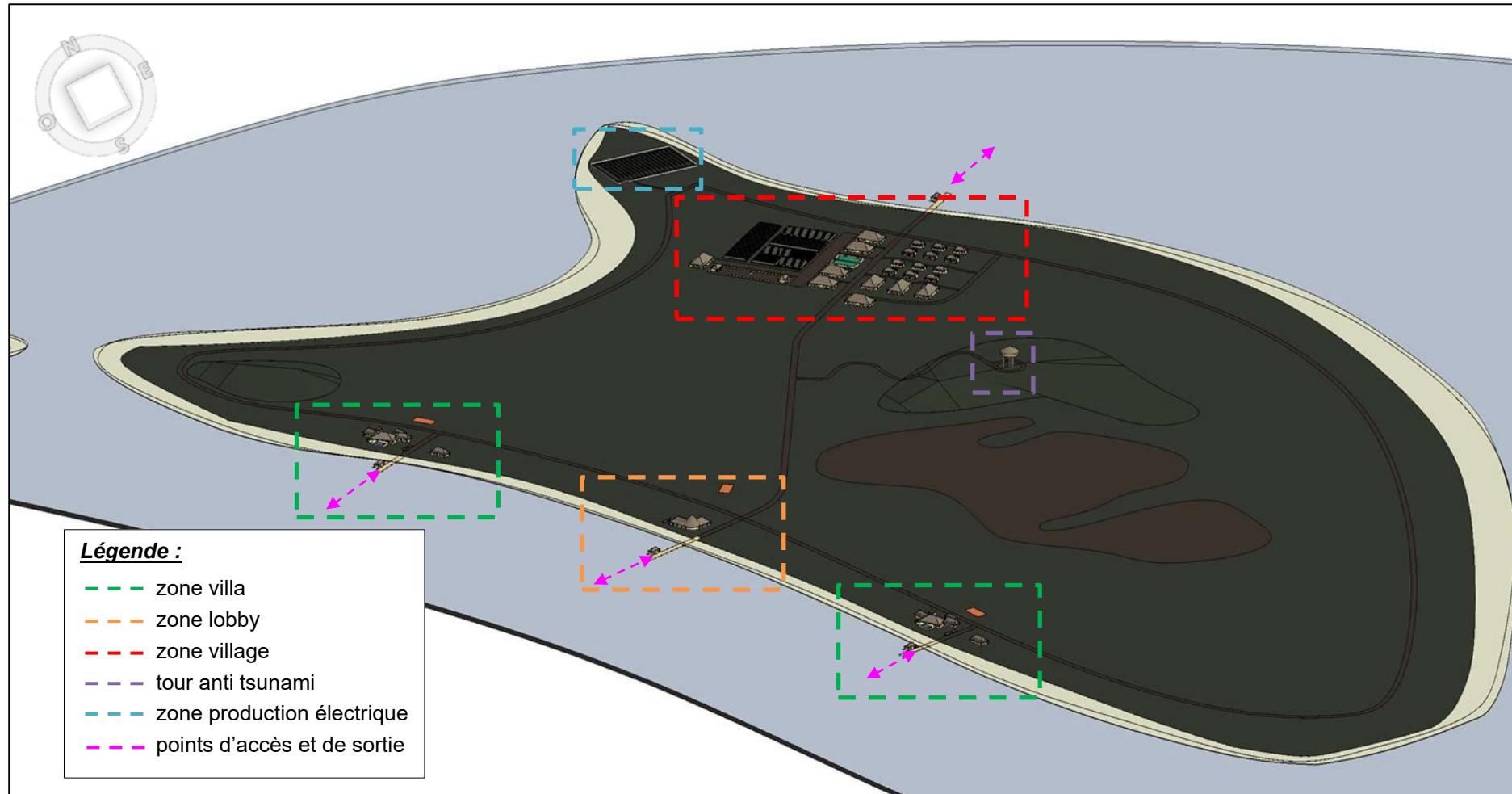
- Option 1 : regrouper les deux villas et le village du personnel en un seul lieu.
- Option 2 : séparer les unités afin d'offrir une expérience immersive en adéquation avec les objectifs du cahier des charges.

Un comparatif a été réalisé selon différents critères :

critère	regroupement des villas	éloignement des villas
- intimité	désavantage	avantage
- bruits de voisinage	désavantage	avantage
- logistique	avantage	désavantage
- sécurité des touristes	avantage	désavantage
- mutualisation de la technique	avantage	désavantage
- impact environnemental	avantage	désavantage
- aménagements extérieurs	avantage	désavantage

Malgré les avantages techniques et logistiques du regroupement, cette solution ne correspond pas à l'objectif du projet qui consiste à proposer aux visiteurs une expérience authentique et intime sur une île "déserte".

Au regard de ces éléments, le choix pour le développement du resort se portera sur **l'éloignement des villas sur la côte ouest de l'ile** et avec une implantation du village du personnel à l'opposé des zones touristiques.

5.1.2. Proposition aménagement de l'île**Vue de masse de l'île****Figure 14 – vue 3D de la proposition de l'aménagement de l'île**

Dans le cadre de la viabilisation de l'île, un réseau routier d'environ 5 kilomètres sera aménagé, pour la circulation des véhicules du transport et pour des balades pédestres.

Plan de masse de la zone village

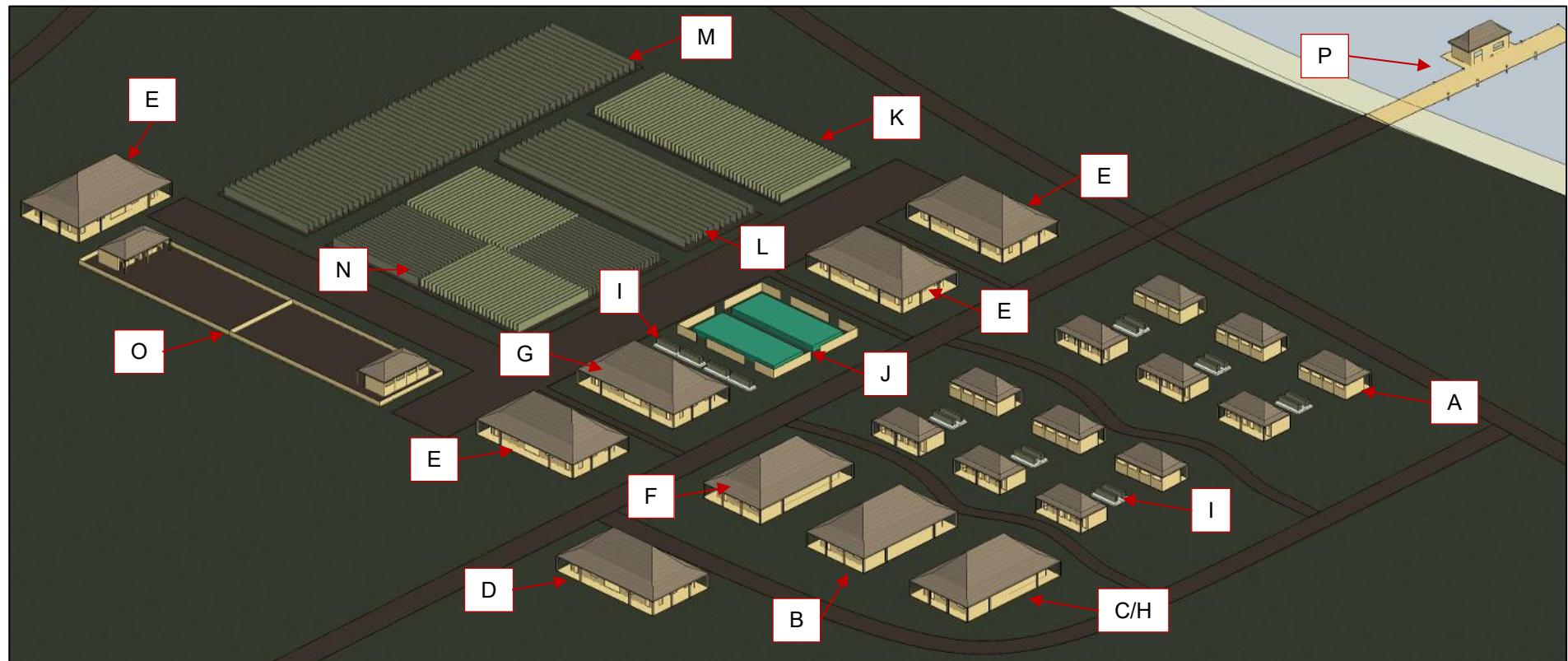


Figure 15 – vue 3d du village du personnel du resort

Légende :

- | | | | | | | |
|--|----------------------|--------------------------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------|
| A) 45 chambres/studios personnel | 1'125 m ² | F) 1 salle de gym* | 300 m ² | L) 1 surface culture légumes | 1'000 m ² | |
| et un réservoir d'eau de pluie par bloc | 480 m ³ | G) 1 buanderie* | 300 m ² | M) 1 surface culture légumineuses | 2'000 m ² | |
| B) 1 réfectoire* | 300 m ² | H) 1 chambre froide | 100 m ² | N) 1 espace culture fouragère | 2'000 m ² | |
| C) 1 cuisine pro* | 100 m ² | I) 8 systèmes de phytoépuration..... | 300 m ² | O) 1 espace élevage animaux | 1'500 m ² | |
| D) 1 déchetterie | 300 m ² | J) 2 réservoirs irrigation | 650 m ³ | P) 1 ponton logistique | 320 m ² | |
| E) 4 entrepôts | 1'600 m ² | K) 1 surface culture de fruits | 1'000 m ² | *) avec 2 réservoirs de 80 m ³ | | 640 m ³ |

Le village du complexe hôtelier s'étend sur une superficie de 5.5 hectares.

Vue de masse de la zone villa

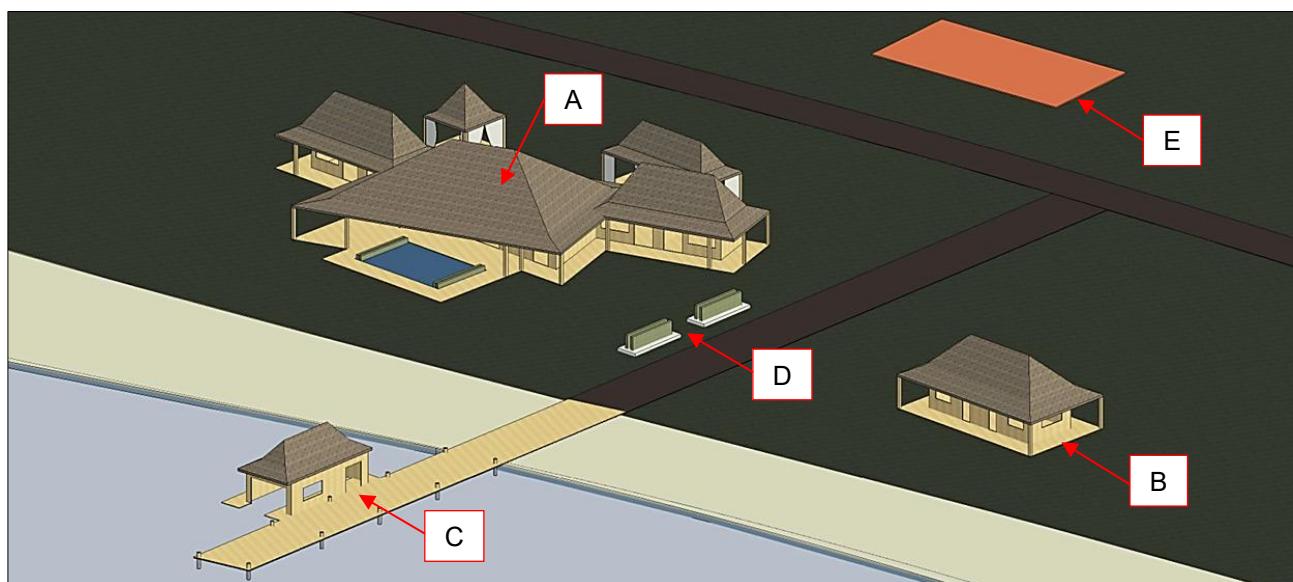


Figure 16 – vue 3D de l'espace villa

Légende :

- | | | | |
|---|--------------------|--------------------------------------|--------------------|
| A) villa des maitres avec piscine | 400 m ² | C) 1 ponton d'embarquement..... | 300 m ² |
| et 3 réservoirs d'eau de pluie | 160 m ³ | D) 1 système de phytoépuration | 30 m ² |
| B) 1 annexe staff accompagnant | 60 m ² | E) 1 terrain de sport..... | 200 m ² |

La superficie réservé à une villa est de 1.5 hectares.

Vue de masse de la zone lobby

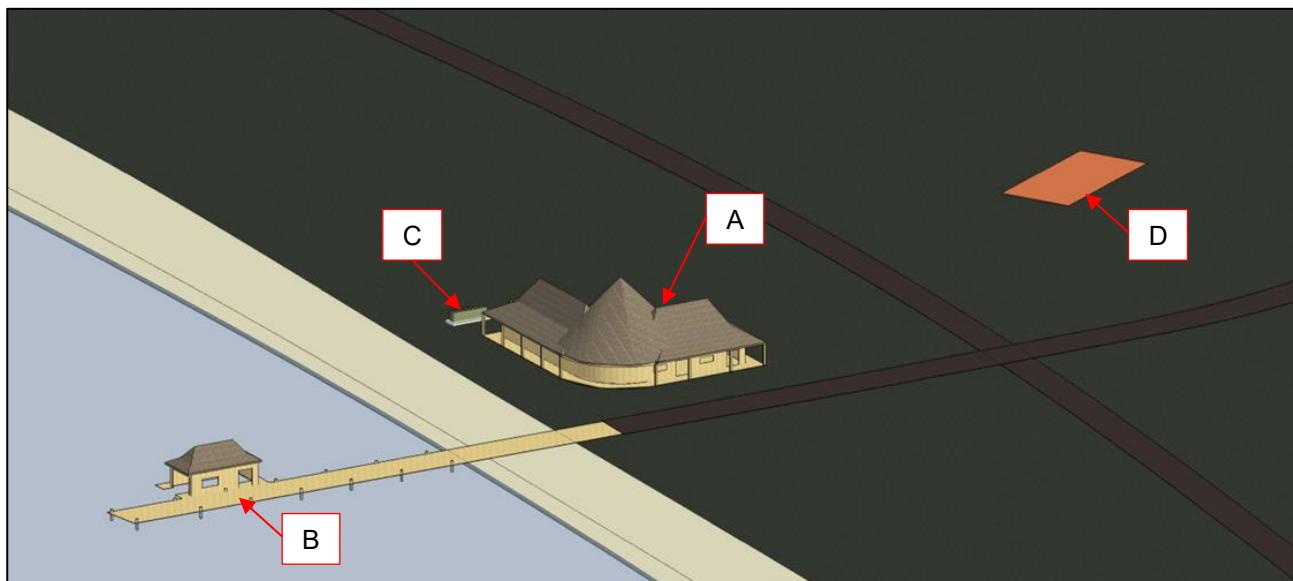


Figure 17 – vue 3D de la zone lobby

Légende :

- | | | | |
|---|--------------------|--------------------------------------|--------------------|
| A) lobby d'accueil, infirmerie, bureaux | 460 m ² | C) 1 système de phytoépuration | 30 m ² |
| et 1 réservoir d'eau de pluie | 30 m ³ | D) 1 terrain de sport | 200 m ² |
| B) 1 ponton d'embarquement..... | 450 m ² | | |

Remarque : sauf contre-indication les installations techniques et les besoins des locaux du lobby sont compris dans les projections du village.

5.2. INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE, DE VENTILATION ET DE CLIMATISATION

5.2.1. Installations de chauffage

Contrairement aux climats avec des saisons aux variations de température marquées au cours de l'année, l'Indonésie bénéficie d'un climat relativement constant, comme cela est décrit dans le chapitre 2.1.4 Climat et relevés météorologiques.

Même lors des journées où les températures restent élevées, mais légèrement plus basses en comparaison avec la moyenne, il est possible que les personnes habitant dans l'île ressentent une sensation de froid en raison de l'humidité et des habitudes corporelles. Dans ces moments, il est courant de proposer dans les hôtels une couverture supplémentaire sur les lits.

En raison du climat constant, aucune installation de chauffage n'est prévue dans le cadre du projet.

5.2.2. Installations de ventilation

La ventilation des différents bâtiments du resort et des villas repose sur une ventilation naturelle, rendue possible grâce à une architecture adaptée au climat local. Le concept des volumes intérieurs, avec une grande hauteur sous plafond qui privilégie l'effet de cheminée, favorise naturellement la circulation de l'air en évitant l'installation de systèmes mécaniques d'extraction et de pulsion de l'air.

Pour renforcer la circulation de l'air et améliorer le confort en période de faible ventilation naturelle, des ventilateurs plafonniers seront installés dans les pièces. Ces dispositifs favorisent la convection et la création de courants d'air, tout en restant peu énergivores.



Figure 18 – plafonnier ventilateur
ECO GENUINO

Proposition de l'appareil de circulation de l'air

Dans le but d'évaluer l'impact énergétique des ventilateurs sur la consommation annuelle du resort, un modèle aléatoire a été retenu, dont ses caractéristiques techniques sont :

- model :	ECO GENUINO (38)
- diamètre des pales du rotor	1'220 mm
- vitesse maximale :	144 tr/min
- volume d'air min (calculé) :	2'301 m³/h
- volume d'air maximal :	6'627 m³/h
- consommation électrique niveau 1 :	3.2 W (50 tr/min)
- consommation électrique niveau 2 :	3.4 W (57 tr/min)
- consommation électrique niveau 3 :	4.3 W (78 tr/min)
- consommation électrique niveau 4 :	5.5 W (96 tr/min)
- consommation électrique niveau 5 :	7.1 W (117 tr/min)
- consommation électrique niveau 6 :	11.3 W (144 tr/min)
- recommandation fabricant surface des locaux :	11 à 16 m²

Estimation de la consommation électrique annuelle (E_E)

Le nombre d'heures de fonctionnement n'étant pas établi par une norme ou directive, la valeur de 11 heures par jour de fonctionnement avec une simultanéité de fonctionnement de 1.0 est retenue. Cette hypothèse correspond à un scénario avec une estimation haute, elle sera considérée comme le pic maximal avec une vitesse de niveau 1 à 3.2 W.

caractéristiques	village	villa 1	villa 2	total
- nombre d'appareils	245 app	27 app	27 app	299 app
- simultanéité de fonctionnement	1.0	1.0	1.0	1.0
- heures fonctionnement par app	11 h/j	11 h/j	11 h/j	11 h/j
- puissance de fonctionnement	3.2 W	3.2 W	3.2 W	3.2 W
- puissance de fonctionnement (P _E)	0.8 kW	0.1 kW	0.1 kW	1 kW
- cons. électrique annuelle	3'148 kWh	347 kWh	347 kWh	3'842 kWh

5.2.3. Installations de climatisation

Dans la logique de sobriété technique et de la maîtrise des consommations énergétiques, une installation de climatisation peut être vu comme une technique non essentielle. Toutefois, afin de garantir un niveau de confort suffisant pour les touristes et pour le bien être du personnel du resort, un système de traitement de l'air, qui contrôlera la température et l'humidité, sera installé dans les chambres et à l'infirmérie du complexe.

Il est important de souligner que les installations seront alimentées par de l'énergie renouvelable produite localement, ce qui permet d'atténuer l'impact énergétique dû à leur fonctionnement.



**Figure 19 – climatiseur air-air
MSZ-HR 25**

Dimensionnement des installations

Le dimensionnement de l'installation s'appuie sur les recommandations de la norme SIA 2024 ;2021(28) :

- température de consigne : 26°C
- taux d'humidité de consigne : 60%
- nombre d'heures à pleine charge en Suisse : 210 h/an
- nombre d'heures de fonctionnement retenu pour le projet (5 h/j) : 1'825 h/an
- renouvellement de l'air hygiénique : 1.9 m³/m²·h

Et les conditions climatiques extérieures prises en compte pour le calcul sont :

- pression atmosphérique : 1'013 mbar
- température sèche initiale : 29°C
- humidité relative : 80%
- température de rosée : 25°C

Ces paramètres montrent qu'il n'y a pas de risque de condensation dans les chambres si la température des pièces ne descend pas en dessous de la valeur de 26°C, qui reste au-dessus du point de rosée.

La puissance de traitement de l'air pour assurer les consignes est estimée à 630 W, avec un taux de condensation dû à la déshumidification de l'air évalué à 0.42 l/h. Voir annexe 8.1.2, pour les détails de calcul.

Proposition de l'appareil de climatisation

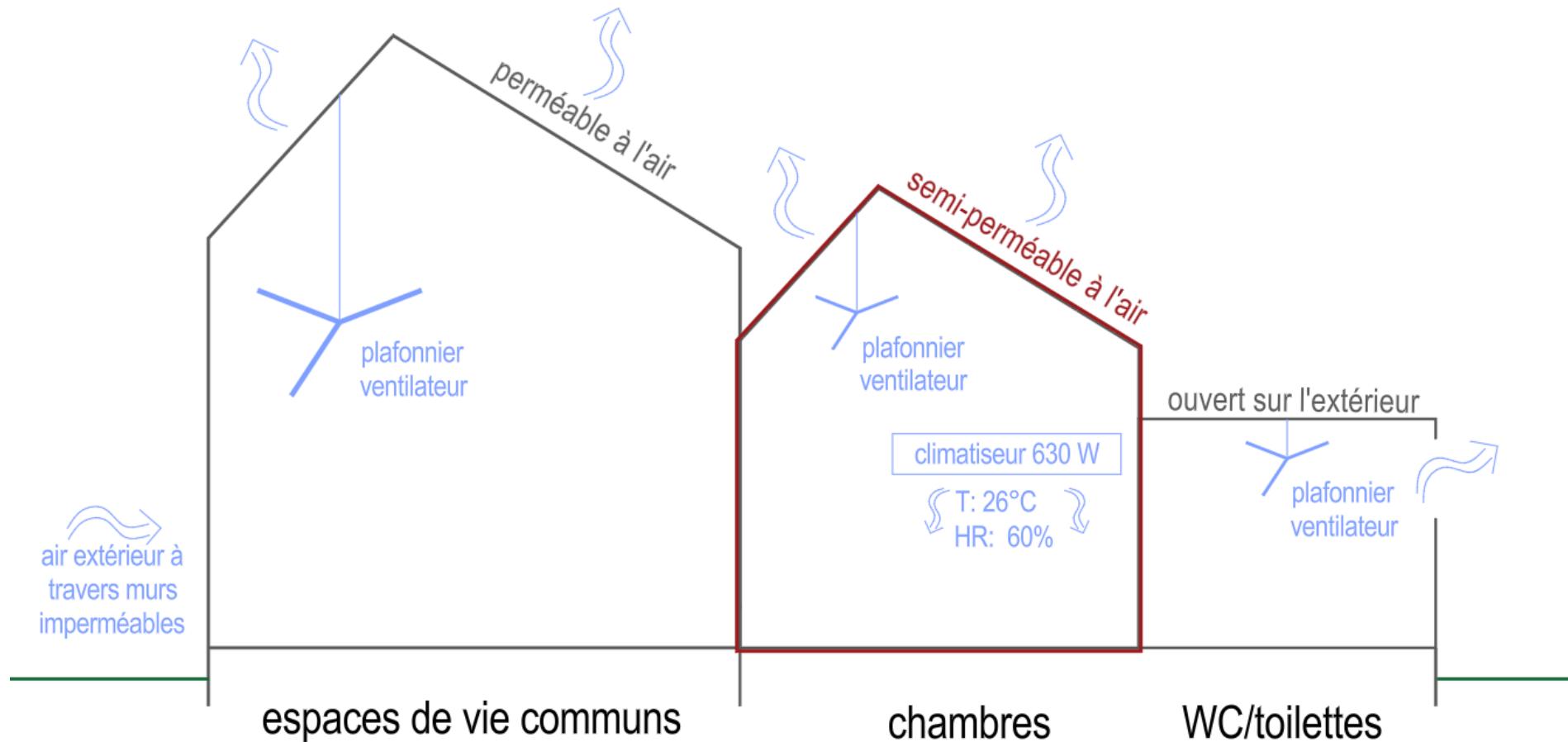
- fabricant, model: Mitsubishi, MSZ-HR 25 (39)
- EER classe énergétique : 3.13
- remplacement filtre : annuellement

Estimation de la consommation électrique annuelle (E_E)

caractéristiques	village	villa 1	villa 2	total
- nombre d'appareils	46 app	6 app.....	6 app	58 app
- simultanéité de fonctionnement	0.7	1.0.....	1.0	1.0
- heures fonctionnement par app.	5 h/j.....	5 h/j.....	5 h/j	5 h/j
- puissance de froid.....	29 kW	4 kW.....	4 kW	37 kW
- puissance absorbée (P _E)	9.3 kW	1.3 kW.....	1.3 kW	11.9 kW
- cons. électrique annuelle.....	16'897 kWh	2'204 kWh	2'204 kWh	21'305 kWh
- condensation par heure.....	20 l/h	2.5 l/h	2.5 l/h	25.0 l/h

Remarque : Afin d'éviter le fonctionnement inutile du système de climatisation lorsque les pièces sont ouvertes sur l'extérieur, l'appareil sera connecté à des détecteurs d'ouverture et de présence. Ceux-ci permettront de désactiver automatiquement l'installation en cas d'ouverture des fenêtres ou des portes ou en cas d'absence prolongée dans la chambre.

5.2.4. Principe de ventilation et de climatisation des bâtiments



5.3. INSTALLATIONS SANITAIRES

Source d'approvisionnement en eau brute

L'île ne disposant ni d'étude hydrogéologique ni de reliefs favorables à l'écoulement de l'eau, les options de captage en nappes souterraines ou en eau de surface ont été écartées. L'alimentation du complexe hôtelier repose donc sur deux alternatives envisageables comme le dessalement de l'eau de mer et la récupération des eaux de pluie.

Un comparatif entre ces deux solutions a été établi, afin de les départager, selon les critères :

critères	eau de pluie	eau de mer
- qualité de l'eau.....	faiblement minéralisée	haute salinité
- premier traitement.....	filtration à charbon actif.....	osmose ou distillation
- deuxième traitement	traitement UV.....	traitement UV
- consommation énergétique	faible.....	élevée (env. 4 kWh/m ³)
- utilisation recommandée.....	usage domestique et potable..	usage domestique et potable
- stockage de l'eau.....	cubes ou réservoirs.....	réservoirs plus petits
- coût de l'installation	modéré à élevé (lié au stockage).....	élevé

L'analyse met en évidence que la récupération et le traitement de l'**eau de pluie** constitue l'option la plus pertinente pour le projet. En effet, cette solution évite les systèmes de traitements thermiques et énergivores pour le dessalement de l'eau.

De plus, le captage de l'eau de mer présente des inconvénients environnementaux comme le risque d'aspiration de micro-organismes ou même de poissons pouvant perturber les réseaux hydrauliques, et le rejet des saumures, à forte concentration saline, dégradent progressivement la biodiversité marine.

Solution de stockage :

Deux types de réservoirs ont été étudiés pour le stockage de l'eau de pluie. Les cuves en béton et les réservoirs flexibles.

Le tableau suivant présente les principaux critères de comparaison :

critères	réservoir béton	réservoir flexible
- mise en œuvre.....	contraignant	facile et rapide
- logistique.....	complexe.....	simple
- durée de vie	comparable.....	comparable
- qualité de l'eau pH	avantageux (neutralise l'acidité).....	désavantageux
- financier	élevé.....	plus économique
- impact sur l'environnement.....	plus lourd.....	réduit

D'un point de vue chimique, les réservoirs en béton présentent l'avantage de neutraliser l'acidité naturelle de l'eau de pluie. Grâce à la dissolution de la calcite contenue dans le béton, la stabilisation du pH autour de 7 se fait naturellement.

Cependant, la mise en œuvre de réservoirs en béton préfabriqués ainsi que le coulage sur place représentent une contrainte en termes de logistique.



Figure 20 – exemple de réservoir flexible 300m³
(citerneo.com)

Bien que les réservoirs en béton présentent un avantage qualitatif sur l'eau stockée, la solution retenue pour le projet se repose sur des **réservoirs flexibles** intégrés dans les vides sanitaires des bâtiments, en raison de la facilité de la mise en œuvre et de l'impact réduit sur l'environnement.

5.3.1. Installations de stockage de l'eau

Le resort sera équipé de quatre zones de stockage pour les eaux de récupération. Les zones seront réparties comme suit :

- Un volume par villa, installé dans le vide sanitaire sous chaque villa.
- Un volume situé dans la zone du village, destiné à l'alimentation en eau domestique et en eau potable.
- Un volume dédié au stockage des eaux usées traitées du village, en vue d'une utilisation pour l'irrigation des cultures et l'abreuvoir des animaux.

Remarque : L'approvisionnement en eau du réservoir d'irrigation se fera via la récupération des eaux usées du village, une fois traitées.

Le volume total de stockage réparti sur l'ensemble du complexe hôtelier est estimé à 2'120 m³.

Le dimensionnement des réservoirs vise à couvrir les besoins en eau sans recourir à d'autres sources que celles fournies naturellement par le cycle de l'eau (précipitation). Les calculs détaillés des flux entrants et sortants des réservoirs sont disponibles en annexe 8.1.7 à 8.1.10. Les volumes permettent l'accumulation pendant les saisons de fortes pluies, en anticipation des mois avec de faibles précipitations (juillet à octobre).

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques techniques des différents réservoirs calculées :

caractéristiques	villa 1 ou 2	lobby	village	culture
- volume de stockage	160 m ³	30 m ³	1'120 m ³	650 m ³
- flux entrant eaux pluviales	oui	oui	oui	non
- flux entrant condensats clim.	oui	oui	oui	non
- flux entrant eaux usées traitées	non	non	non	oui
- taux remplissage sur l'année	65%	82%	70%	69%
- pic bas du stockage	1 ^{er} nov.	30 sept.	1 ^{er} nov.	30 sept.
- réserve au pic bas du stockage	4 jours	2 jours	8 jours	1 jour
- fiche de calcul chapitre	8.1.7	8.1.8	8.1.9	8.1.10

Le processus de récupération, de déviation dans les réservoirs et de stockage des eaux de pluie fonctionne par gravité et ne nécessite aucune installation mécanique ou électrique. Ainsi pour le bilan des consommations électriques, **aucune valeur** est retenue pour cette partie de l'installation.

5.3.2. Flux remplissage des réservoirs

Les trois prochains diagrammes présentent une visualisation des flux d'eau entrants et sortants à travers les réservoirs, permettant une meilleure compréhension de leur fonctionnement.

Flux réservoir villa sur l'année

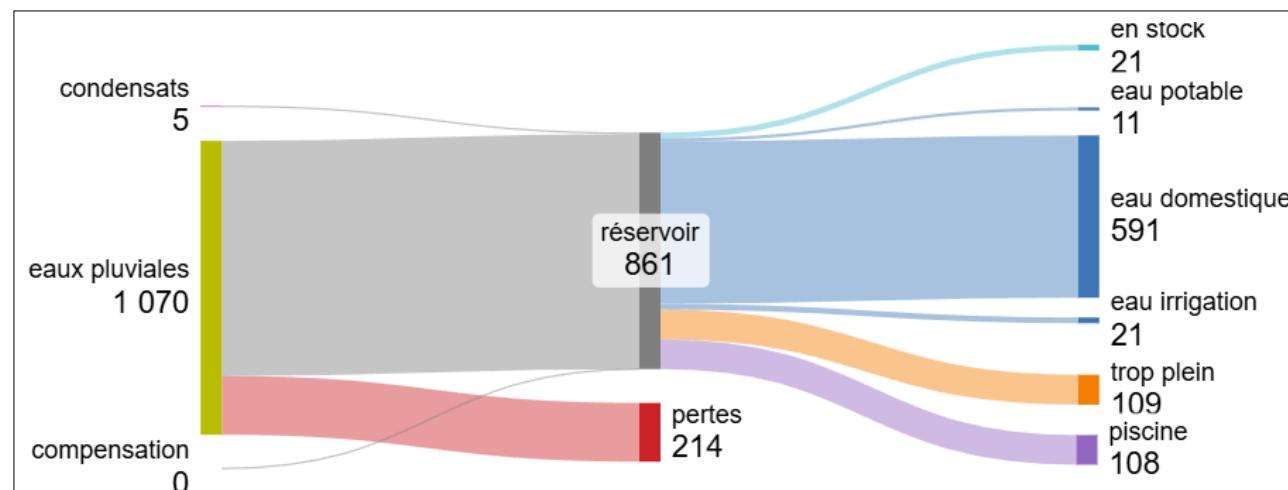
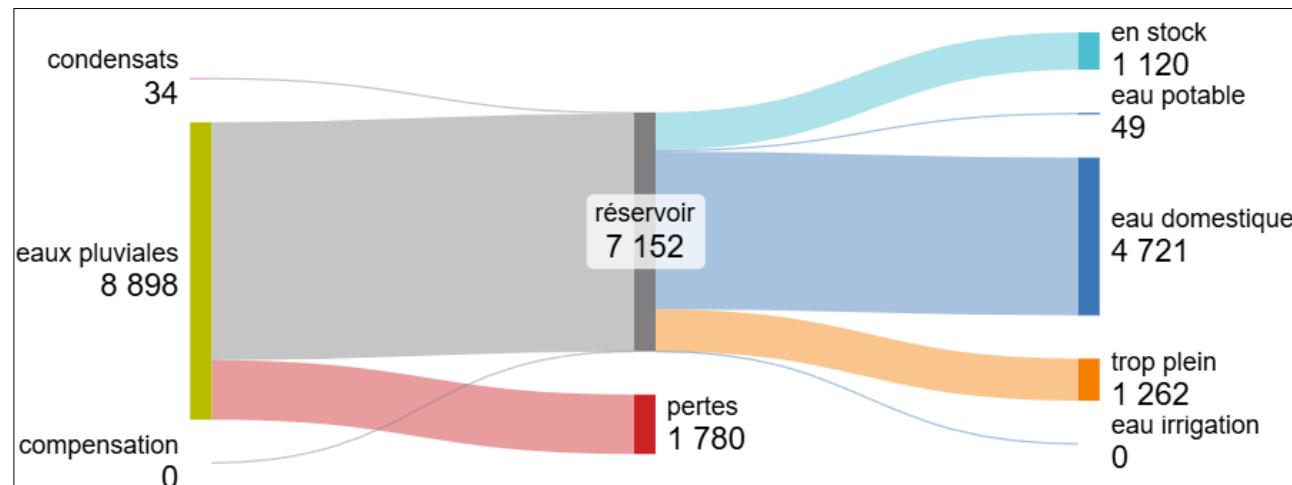
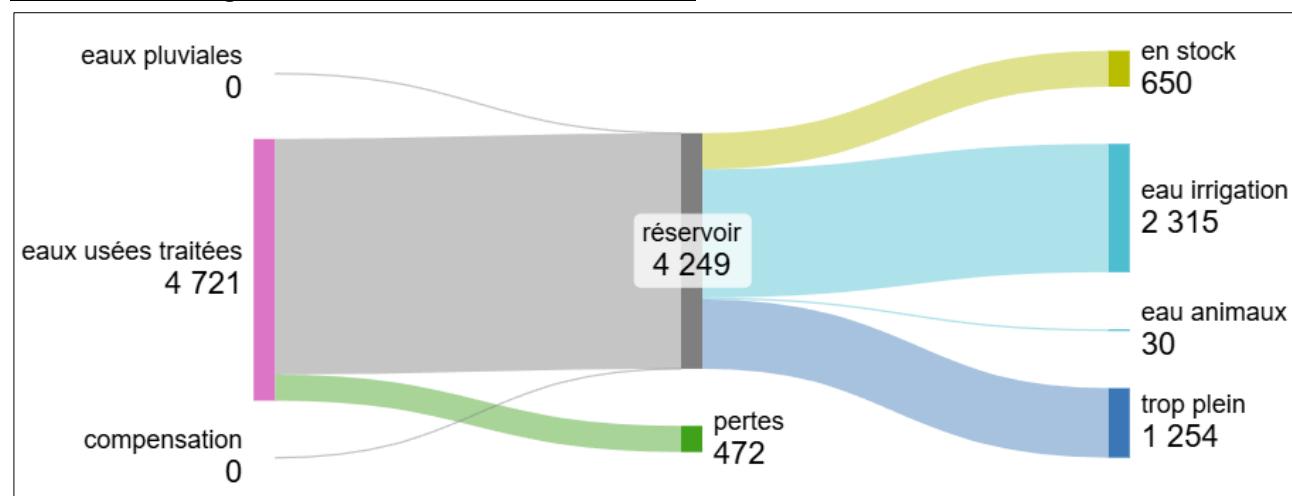


Diagramme 4 – sankey flux du réservoir d'une villa en m³

Flux volumes village du personnel sur l'annéeDiagramme 5 – sankey flux du réservoir du village en m³**Flux volumes irrigation culture et animaux sur l'année**Diagramme 6 – sankey flux réservoir d'irrigation en m³

Remarque : On constate que si toutes les eaux usées traitées du village sont récupérées et envoyées par un système de relevage vers la cuve de stockage de l'eau d'irrigation, 1'254 m³ d'eau par an transiteront par le trop plein de sécurité. Un système de contrôle du niveau du réservoir d'eau d'irrigation est à prévoir, afin de ne pas récupérer l'eau lorsque le réservoir est plein et ainsi éviter l'utilisation d'énergie.

Risque potentiel lié au stockage de l'eau à une température moyenne de 30°C

Le stockage prolongé de l'eau dans un environnement où la température avoisine les 30°C tout au long de l'année, peut favoriser la prolifération de micro-organismes et d'algues dans le réservoir, notamment en présence de lumière et si l'eau n'est pas régulièrement renouvelée.

Dans le cas présent, les réservoirs seront positionnés dans le vide sanitaire des ouvrages, ce qui permet de limiter l'exposition directe à la chaleur extérieure. De plus, les parois opaques des réservoirs réduisent la pénétration de la lumière.

Pour cette raison, à ce stade de l'étude, le risque sanitaire lié au stockage prolongé de grands volumes d'eau à température élevée n'est pas traité. On considérera que le traitement de l'eau en aval du stockage garantira la conformité de la potabilité de l'eau.

5.3.3. Installations de traitement et distribution de l'eau

Le réseau de distribution de l'eau du complexe hôtelier est divisé en trois groupes distincts, conformément à l'organisation présentée dans le chapitre 4.4, traitant des estimations des besoins en eau.

Lorsqu'un des trois groupes consomme de l'eau, celle-ci est d'abord aspirée par l'installation de surpression dans les réservoirs d'eau, puis passe par un préfiltre de 25 µm. Ce premier traitement a pour but d'éliminer les particules grossières (40), comme par exemple les pollens pouvant être présents dans l'eau. L'eau est ensuite dirigée vers l'installation de surpression qui permet de maintenir une pression d'utilisation adéquate dans les réseaux d'eau en aval de l'installation.

A ce stade, l'eau peut être utilisée à des fins d'irrigation, notamment pour les espaces extérieurs.

Si l'eau est destinée à un usage domestique ou à la consommation humaine, elle suit un processus de traitement complémentaire.

Elle passe par un filtre de 5 µm, qui élimine une partie des micro-organismes, dont certaines bactéries ainsi que des particules de taille comparable à celles des globules rouges. Elle est ensuite traitée par un filtre à charbon actif, qui permet de corriger les éventuelles odeurs et la coloration de l'eau.

Un traitement de correction du pH est appliqué à l'aide de calcite, qui permet de neutraliser l'eau puisque l'eau de pluie est plutôt considérée comme acide. Cela permet de rendre l'eau compatible avec les usages sanitaires.

Enfin, l'eau subit une désinfection par rayonnement ultraviolet (UV), visant à inactiver et tuer les bactéries encore présentes dans l'eau. Une installation UV, est également prévue en amont des réservoirs.

A l'issue de cette étape, l'eau est adaptée à un usage domestique, tel que l'alimentation des douches, des WC et pour l'hygiène bucco-dentaire.

Pour l'eau potable de consommation, une dernière étape de purification et de reminéralisation de l'eau est prévue sous l'évier de chaque cuisine. Ce traitement final réalisé avec un osmoseur inverse garantit un niveau de sécurité maximal.

Ce principe de traitement de l'eau s'applique à l'ensemble des catégories de bâtiments du resort. Les équipements de traitement seront dimensionnés et installés en fonction des besoins spécifiques de chaque bâtiment, comme illustré dans le schéma de principe présenté ci-dessous.

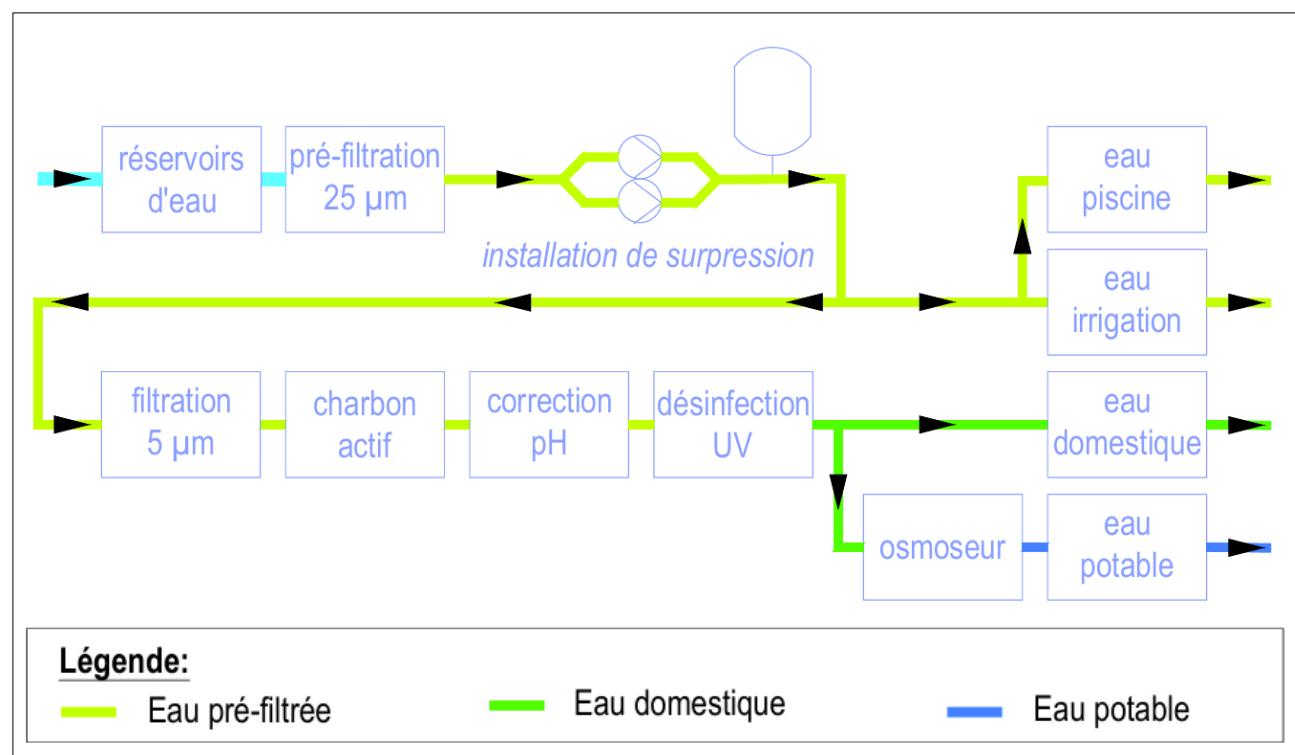


Figure 21 – processus de traitement des catégories de l'eau

Dans le but d'évaluer les besoins énergétiques liés aux installations de traitement et de distribution de l'eau, les équipements principaux suivants ont été retenus. Afin d'optimiser leur consommation, ils devront être adaptés aux besoins spécifiques de chaque zone du complexe hôtelier.

Proposition installation de surpression

- fabricant, model:	Grundfos CMBE double (41)
- débit :	15 m ³ /h
- pression maxi :	102 m
- puissance absorbée :	1.5 kW

Proposition installation désinfection ultra-violet

- fabricant, modèle:	Burkhalter UVI 200/2 (42)
- débit à 90mWs/cm ² :	12 m ³ /h
- puissance absorbée :	340 W

Proposition installation d'osmoseur

- fabricant, modèle:	Burkhalter Piccolo 2 (43)
- débit:	150 l/h
- puissance absorbée :	250 W

Consommation en électricité (E_E)

A partir des besoins en eau déterminés dans le chapitre 4.4 - Besoins en eau et débits de fonctionnement, il est possible d'estimer un nombre d'heures de fonctionnement à débit maximal. En multipliant la durée par la puissance absorbée des appareils, une fourchette de consommation en électricité annuelle peut être établie. Les installations ne fonctionnant pas tout le temps à leur débit maximal, une majoration théorique de 100% est appliquée afin de compenser les variations de débits de puisage.

caractéristique	villa 1	villa 2	village	total E_E
- ultra-violet réservoir	72 h/an	72 h/an	864 h/an	343 kWh/an
- installation de surpression	263 h/an	263 h/an	800 h/an	1'989 kWh/an
- installation ultra-violet	223 h/an	223 h/an	663 h/an	377 kWh/an
- installation d'osmoseur	380 h/an	380 h/an	1'711 h/an	618 kWh/an
- puissance fonctionnement (P_E)	2.7 kW	2.7 kW	9.7 kW	14.9 KW
total	590 kWh/an	590 kWh/an	2'146 kWh/an	3'326 kWh/an

Remarque : La puissance de fonctionnement des installations de traitement est estimée sur la base d'une utilisation des installations de 223 heures par an.

5.3.4. Installations de l'eau chaude sanitaire

Dans la continuité de la stratégie énergétique du complexe, la production de l'eau chaude sanitaire se basera sur une utilisation d'énergie renouvelable. Les deux principales ressources disponibles sur le site sont l'énergie solaire et les calories contenues dans l'air ambiant.

Analyse comparative sur les choix des installations de production

L'étude comparative s'est portée sur deux types d'installations solaires :

critères	solaire thermosiphon	solaire avec PAC air-eau
- température jusqu'à 60°C	oui	oui
- circulateur électrique.....	sans.....	avec
- fonctionnement en manque de soleil.....	résistance électrique.....	PAC air-eau
- esthétique	désavantage.....	avantage

La comparaison met en évidence que le système solaire thermosiphon permet de chauffer l'eau sans apport d'énergie électrique pour la charge, ce qui est un avantage en termes de simplicité de l'installation. Toutefois, cette solution présente un inconvénient esthétique peu adapté à des bâtiments hôteliers.

En revanche en combinant le solaire thermique avec une pompe à chaleur air-eau, l'intégration des panneaux thermiques en toiture est plus facile. Cependant cette solution nécessite l'utilisation d'un circulateur qui fait transiter l'eau des panneaux thermiques jusqu'au chauffe-eau. En cas de mauvais temps ou de fortes demandes, la PAC permet de produire de la chaleur de manière efficace avec une consommation électrique réduite. Pour cette raison **le système solaire avec pompe à chaleur** est retenu pour la suite du projet.

Fonctionnement de l'installation solaire thermique avec PAC

Le choix de combiner l'énergie solaire thermique avec une pompe à chaleur air-eau (PAC) s'avère particulièrement approprié dans un climat tropical comme celui de l'Indonésie. L'ensoleillement constant et les températures ambiantes élevées tout au long de l'année assurent des conditions optimales pour un rendement élevé de l'installation.

L'objectif du système de production est de couvrir 100% des besoins en eau chaude sanitaire par l'énergie solaire thermique. Toutefois, l'équipement du chauffe-eau avec une PAC permet d'assurer la fiabilité de la production même lors de journées couvertes ou en période de forte demande. Celle-ci assurera une température minimale de 45°C, avant que le solaire thermique reprenne le lead.

Le dimensionnement des capteurs solaires et des volumes de stockage a été réalisé sur la base de l'hypothèse d'une charge complète de la consommation journalière sur une durée de 8 heures. La température de l'eau chaude dans le chauffe-eau sera maintenue à 60°C afin de prévenir tout risque de prolifération bactérienne, comme par exemple celle de la légionelle.



Figure 22 – panneau thermique vitosol 200

Pour le dimensionnement des surfaces des capteurs solaires thermiques, une production moyenne de 813 kWh/m²·an a été retenue selon les caractéristiques suivantes :

- irradiation solaire annuelle :	1'860 kWh/m ² ·an (5)
- rendement orientation panneaux (ouest à 45°) :	90%
- rendement panneaux solaire thermique :	69%
- couverture ciel non couvert :	70%
irradiation annuelle retenue :	813 kWh/m²·an

Remarque : Le dimensionnement des différentes installations ECS est disponible dans l'annexe 8.1.6. Le dimensionnement des volumes et de l'énergie se porte sur une température de l'eau froide à 25°C.

Proposition de chauffe-eau thermodynamique

Afin d'estimer la consommation électrique annuelle nécessaire au dimensionnement des installations électriques, présentées ultérieurement dans ce rapport, on considère que dans 15% du temps, les conditions météorologiques ne permettent pas une production suffisante d'eau chaude via les capteurs solaires thermiques.

Dans ces périodes, le relais est assuré par l'équipement suivant :

- fabricant, model: WPA 450 Eco (44)
- plage de fonctionnement : -7 à 35°C
- température possible : jusqu'à 75°C
- COP A20/W60 : 3.90
- COP A25/W45 (calculé) : 7.4
- raccordement solaire : compris

formule rendement COP A20/W60 :

$$\eta = \text{COP} \cdot \left(1 - \frac{T_0}{T_c}\right) = 46.8 \%$$

formule COP A25/W45 :

$$\text{COP} = \eta \cdot \left(1 - \frac{T_0}{T}\right)^{-1} = 7.4$$



Figure 23 – chauffe-eau WPA 450 Eco

Listing des appareils de production d'eau chaude sanitaire

emplacement	unité	puissance	volume	surf. sol. net	production
- villa 1.....	1 pièce.....	3 kW/u	500 l/u.....	11.6 m ² /u	450 l/j/u
- annexe staff 1	1 pièce.....	2 kW/u	250 l/u.....	4.6 m ² /u	180 l/j/u
- villa 2.....	1 pièce.....	3 kW/u	500 l/u.....	11.6 m ² /u	450 l/j/u
- annexe staff 2	1 pièce.....	2 kW/u	250 l/u.....	4.6 m ² /u	180 l/j/u
- zone lobby.....	1 pièce.....	5 kW/u	800 l/u.....	16.2 m ² /u	773 l/j/u
- chambres du personnel ..	12 pièces.....	2 kW/u	350 l/u.....	6.9 m ² /u	300 l/j/u
- cuisine professionnelle	1 pièce.....	9 kW/u	1'600 l/u.....	32.3 m ² /u	1'465 l/j/u
- réfectoire	1 pièce.....	2 kW/u	250 l/u.....	4.6 m ² /u	195 l/j/u
total	19 pièces.....	50 kW.....	8'350 l.....	168.3 m²	7'293 l/j

Remarque : La puissance des installations solaires a été dimensionnée pour couvrir l'intégralité des besoins journaliers en 8 heures d'ensoleillement. En cas de production solaire insuffisante, la PAC prendra automatiquement le relais. Le volume de production est majoré de 50% afin de couvrir les pertes liées au stockage.

Besoins en énergie thermique par an

caractéristique	villa 1	villa 2	village	total
- production annuelle à 60°C	230 m ³	230 m ³	2'202 m ³	2'432 m ³
- énergie de 25 à 60°C.....	9'362 kWh.....	9'362 kWh	89'636 kWh.....	108'360 kWh

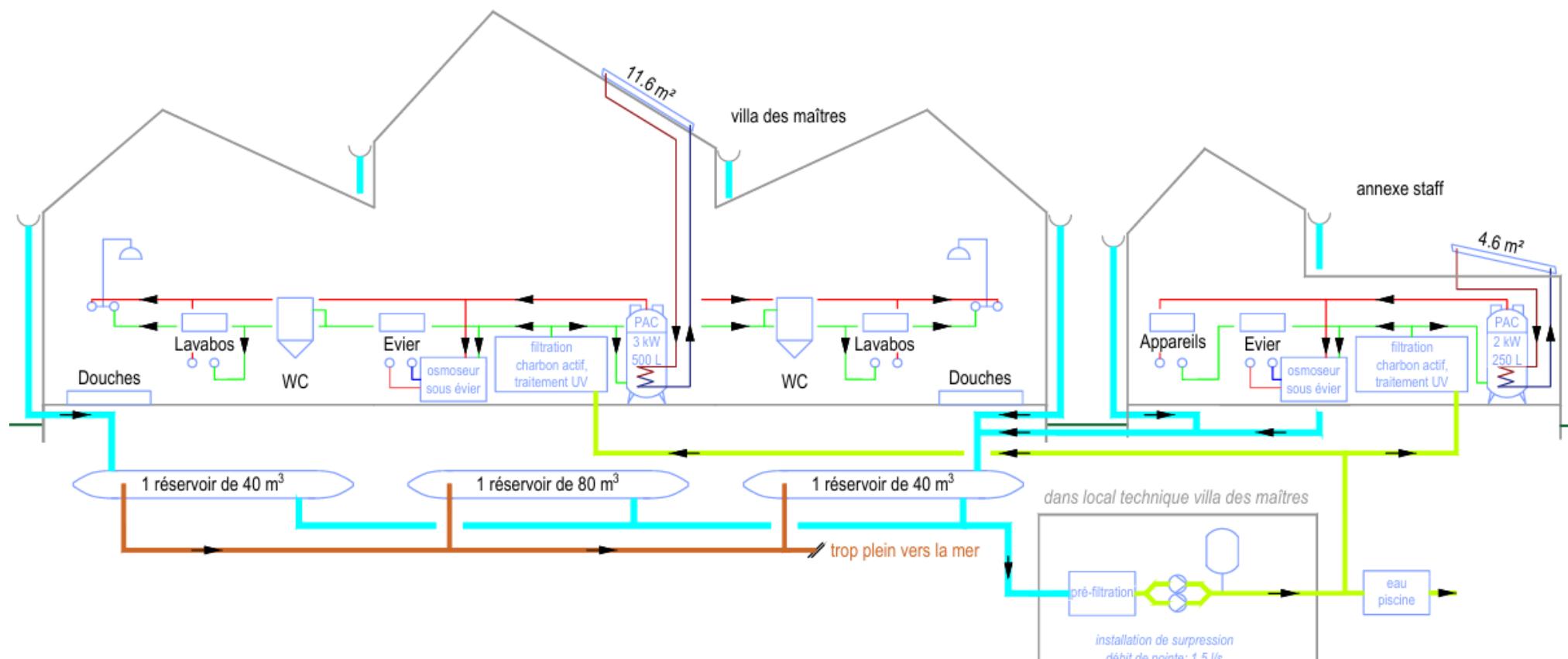
Consommation électrique (E_E)

caractéristique	villa 1	villa 2	village	E _E
- eau chaude à 45°C	190 kWh/an	190 kWh/an	1'817 kWh/an	2'197 kWh/an
- pompes solaire (P _{abs} = 30W)	110 kWh/an	110 kWh/an	821 kWh/an	2'081 kWh/an
total	300 kWh/an	300 kWh/an	2'638 kWh/an	3'238 kWh/an

5.3.5. Défense incendie

Le sujet n'est pas abordé en détail dans ce rapport. Toutefois, il est envisageable d'installer sur chaque ponton, un système d'aspiration et de mise en pression de l'eau de mer, pouvant être rapidement activé en cas d'incendie par le service de sécurité du resort afin d'assurer la sécurité des occupants face à ce type de risque.

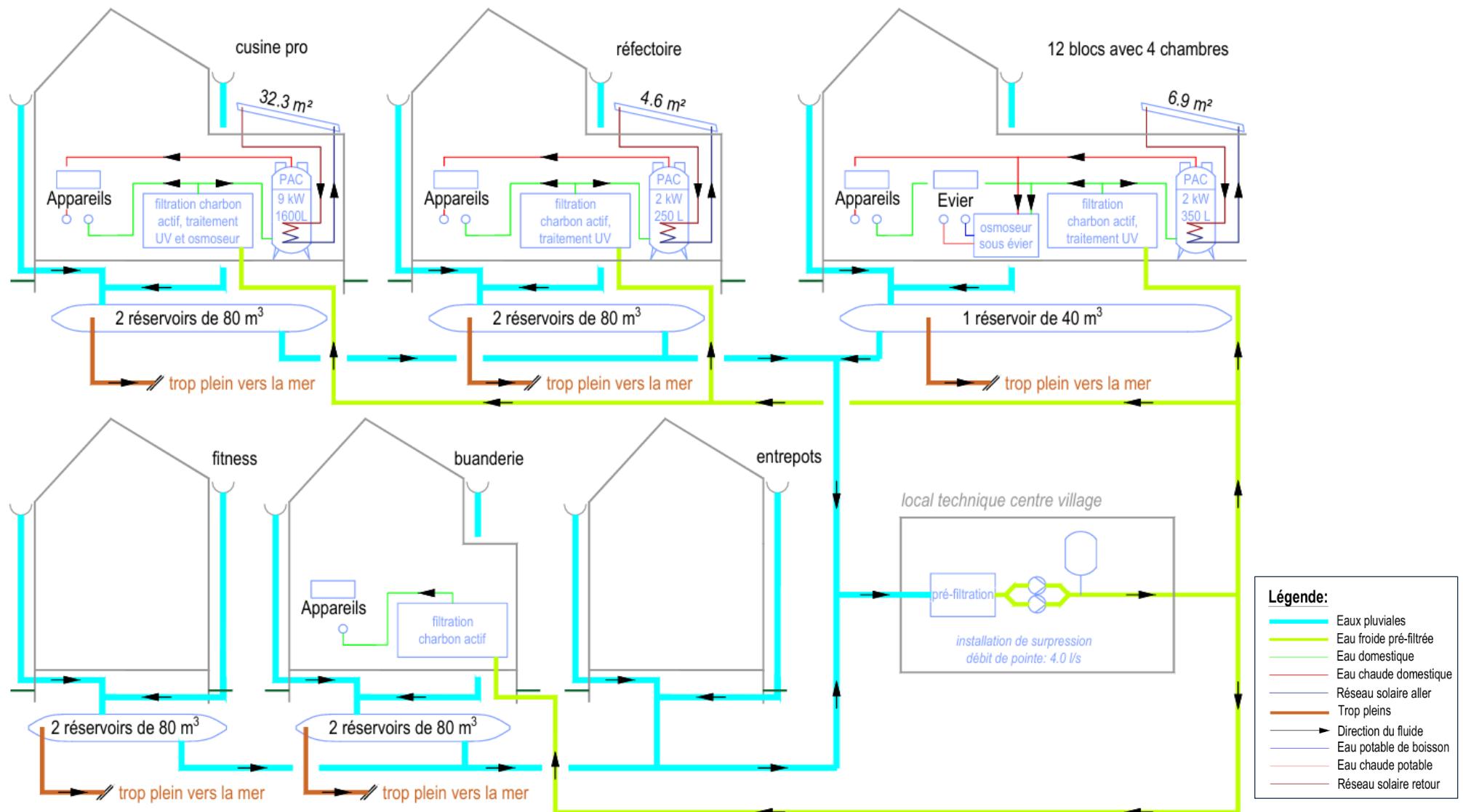
5.3.6. Schéma de principe de récolte, stockage et distribution de l'eau (zone villa)



Légende:

Eaux pluviales	Trop pleins
Eau froide pré-filtrée	Direction du fluide
Eau domestique	Eau potable de boisson
Eau chaude domestique	Eau chaude potable
Réseau solaire aller	Réseau solaire retour

5.3.7. Schéma de principe de récolte, stockage et distribution de l'eau (zone village)



5.3.8. Installations de phytoépuration des eaux usées

Comme présenté au chapitre 4.5.3 - Eaux usées, les rejets sont classés en trois catégories. Les eaux noires avec matières fécales, les eaux grises sans matières fécales et les eaux grasses chargées en matières grasses générées par la cuisine du resort.

L'isolement de l'île, l'absence de produits toxiques et d'industries sur l'île, oriente le projet de traitement des eaux usées vers une solution écologique, autonome et respectueuse de l'environnement.

Le traitement des eaux usées s'effectuera par des systèmes de bassins de phytoépuration qui est capables de traiter les trois catégories. Le fonctionnement repose sur une biodégradation des polluants domestiques grâce à la stimulation des racines des plantes, notamment les roseaux, grâce à l'activité microbienne des bassins.

Avant l'arrivée dans le système, les eaux grasses de la cuisine professionnelle sont dirigées vers un séparateur à graisses pour éviter l'obstruction des filtres. Ensuite, les trois catégories d'eau sont traitées conjointement grâce au passage de l'eau à travers les deux bassins :

- Bassin filtrant vertical (HV): les eaux sont réparties à la surface du bassin rempli de granulats. Elles s'infiltraient par gravité à travers les différentes couches.
- Bassin filtrant horizontal (FH) : les eaux partiellement traitées, sont ensuite dirigées vers ce second bassin où elles circulent de manière horizontale.

A la fin de ces deux processus, l'eau sortant peut-être infiltrée dans le sol via des tranchées drainantes ou récupérées pour l'irrigation des aménagements paysagers et pour les cultures agricoles. La deuxième solution sera appliquée pour les eaux du village afin de stocker l'eau pour l'irrigation de la culture en été.

Contrairement aux idées reçues, ce système de traitement ne dégage pas de mauvaises odeurs, car le système est à ciel ouvert et bénéficie d'une ventilation naturelle qui évite l'apparition de zones de fermentation émanant des odeurs nauséabondes.

Dimensionnement des bassins

Le dimensionnement est réalisé selon la méthode basée sur l'équivalent habitant (1EH = 1 pièce de vie). La règle de calcul préconise une surface de 3m²/EH, répartie entre les deux types de filtres :

caractéristiques	filtre vertical (FV)	filtre horizontal (FH)
- surface	1.7 m ² /EH	1.3 m ² /EH
- substrat 1	40 cm (granulats 4 à 16mm)	50 cm (granulats 4 à 16mm)
- substrat 2	15 cm (granulats 10 à 26mm)	10 cm (granulats 10 à 26mm)
- substrat 3	15 cm (granulats 20 à 60mm)	-
- fond de bassin	en pente 5%	sans pente

Produits autorisées et interdits

D'après le rapport de l'entreprise SAS BlueSET (45), qui traite le sujet de la phytoépuration et qui est utilisé comme base pour cette proposition, certains produits sont fortement interdits pour garantir le bon fonctionnement des installations :

- huiles de friture et huiles de vidange
- peintures, solvants, cires et résines
- produits pétroliers, pesticides et tous produits toxiques

Cependant, certains produits sont tolérés de manière ponctuelle comme par exemple :

- eau de javel et détergents chimiques
- produits bactéricides et fongicides



Figure 24 – exemple de bassin de phytoépuration (bspc.fr)

Mise en œuvre des installations

L'installation des bassins suit la logique de celle de la piscine naturelle, les bassins seront creusés directement dans le sol puis rendus étanches grâce à une bâche en EPDM résistant à la pression de l'eau et à la perforation des racines.

Il est recommandé de respecter les consignes du fabricant pour l'installation des conduites d'arrivée, de sorties et des organes de contrôle de l'installation.

Afin de favoriser l'équilibre biologique, des produits d'ensemencement microbien devront être ajoutés pendant la première année d'exploitation.

Entretien et maintenance

L'installation fonctionne naturellement en toute autonomie. Des connaissances techniques pour ce système de traitement des eaux usées ne sont pas requises, ce qui rend cette installation pratique dans des milieux isolés comme dans le projet actuel.

L'entretien à prévoir pour les bassins consiste à :

- désherbage tous les trois mois
- taille des végétaux une fois par an
- ratissage du substrat lorsque des flaques d'eau se forment en surface
- curage des boues tous les 10 ans

Listing des bassins dans le resort

caractéristique	villa 1	villa 2	village
- nombre de bassins	1	1	8
- équivalent habitant (EH)	10	10	100
- surface totale (FV)	17 m ²	17 m ²	170 m ²
- surface totale (FH)	13 m ²	13 m ²	130 m ²
- surface totale (FV)+(FH).....	30 m ²	30 m ²	300 m ²
- évacuation	filtration terrain	filtration terrain	récup. irrigation
- trop plein	vers la mer	vers la mer	filtration terrain
- second trop plein	-	-	vers la mer
- pompe de relevage	sans	sans	avec

Consommation électrique de la pompe de relevage du village

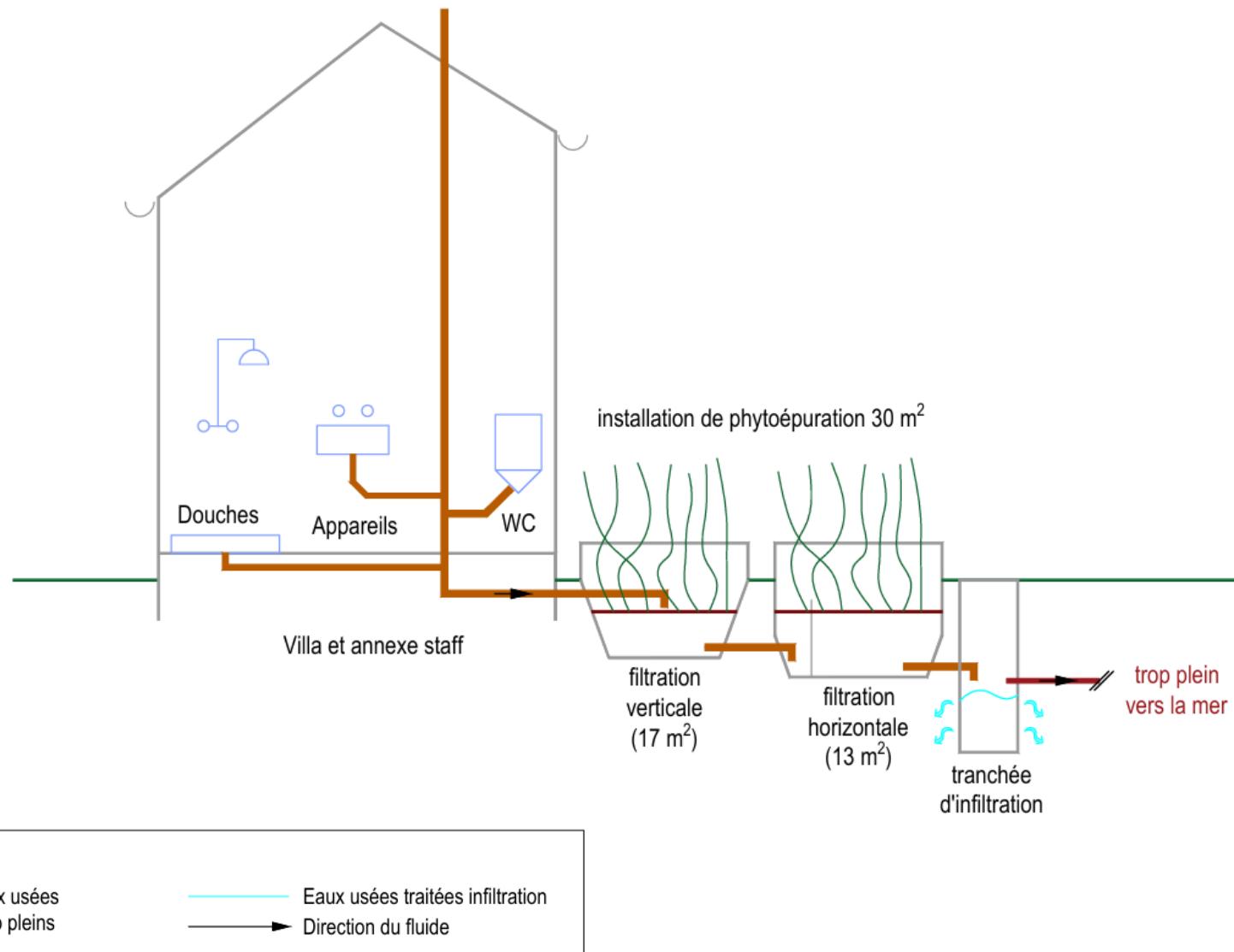
- fabricant, model: Grundfos DP10-65.26.2.50B (46)
- nombre de pompes : 2
- débit max pompe: 46 m³/h
- puissance absorbée (P_E): 3.5 kW
- débit d'évacuation (annexe 8.1.5) : 11.45 l/s (42 m³/h)
- volume annuel de relevage* (annexe 8.1.10) : 2'995 m³/an
- estimation heures de fonctionnement annuel : 65 heures
- consommation E_E : 228 kWh/an**

* : Lorsque le réservoir de stockage des eaux d'irrigation est rempli à 100%, les pompes passent en OFF. L'eau sortant du bassin de filtration horizontal passe par le trop-plein de l'installation de relevage dans le but d'être évacuée sans consommation électrique.

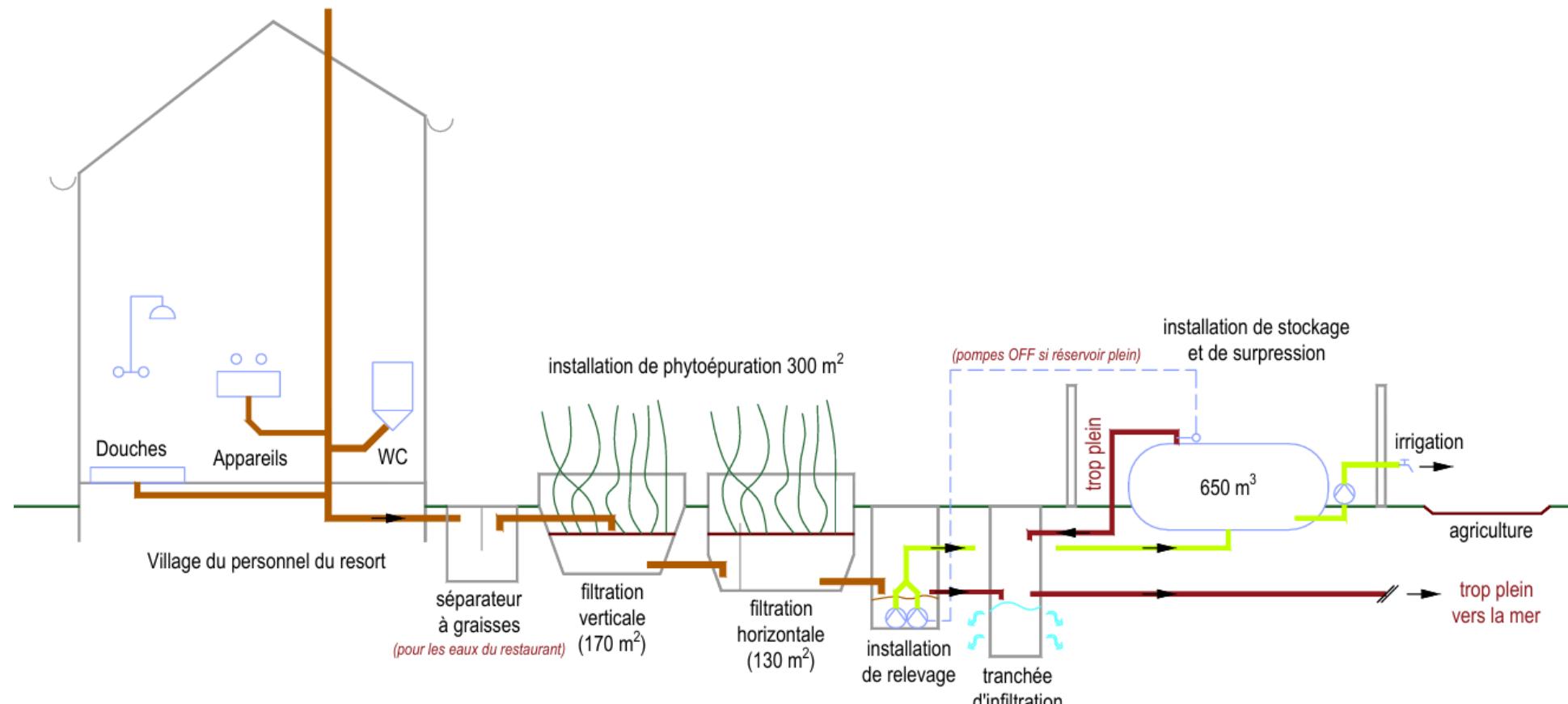


Figure 25 – pompe grundfos

5.3.9. Schéma de principe du traitement des eaux usées (zone villa)



5.3.10. Schéma de principe du traitement des eaux usées (zone village)

**Légende:**

Eaux usées	Trop pleins
Eaux usées traitées	Eaux usées traitées infiltration
Pompe	Direction du fluide
Sonde détection d'eau	

5.3.11. Installations de piscine

Le complexe hôtelier prévoit une piscine naturelle par villa, comme détaillé au chapitre 3.2. Contrairement aux piscines traditionnelles, ces bassins n'utilisent pas de produits chimiques pour le traitement de l'eau. Le traitement de l'eau se fait de manière naturelle grâce à l'action de plantes filtrantes et de micro-organismes naturellement introduits dans les bassins.

Cependant, pour garantir la bonne santé les plantes et les micro-organismes, il est nécessaire d'un bon taux d'oxygénéation de l'eau des bassins. Selon le site foudrebassin.com (47), le volume total des bassins doit être brassé mécaniquement une fois toutes les deux heures pour maintenir une bonne qualité de l'eau. Pour les piscines prévues dans le projet, cela représente un débit de brassage de 30 m³/h.

La proximité de la température de l'eau avec la température ambiante de 30°C, impose une attention particulière pour l'hygiène de l'installation et la santé des utilisateurs. En effet, des températures supérieures à 24°C favorisent la prolifération de bactéries, ce qui justifie la mise en place d'un système de traitement de l'eau. Ainsi, la mise en place d'une installation de désinfection de l'eau a été retenue, à la place d'une installation de refroidissement de l'eau.

Le traitement de l'eau se portera sur une double désinfection naturelle sans produits chimiques ou toxiques :

- Traitement à l'ozone : actif durant la nuit en l'absence des baigneurs, ce type de désinfection de l'eau est l'un des plus puissants dans le domaine des piscines. L'ozone présent dans l'oxygène agira par oxydation sur les germes, bactéries et autres micro-organismes.
- Traitement par rayons UV-C : actif en journée, il neutralisera les virus, champignons et bactéries.

Selon le site naturalpool.ch (48), cette combinaison de traitements assure une eau de baignade saine tout en préservant l'environnement et le confort des utilisateurs.

Remarque : avec la mise en place de ce mode de traitement, le recours au procédé naturel par plantes filtrantes devient moins pertinent, car il ne permet pas à lui seul, de traiter efficacement l'eau.

Proposition de l'installation de brasse et de traitement

- fabricant, model: Ultra-Bio-Ozone 240C (49)
- capacité de traitement jusqu'à 80 m³
- matériel : acier inoxydable 304 L
- traitement 1 : 2 lampes Ozone 80 W
- traitement 2 : 1 lampe UV-C
- puissance lampes ozone : 160 W
- puissance lampe UV-C : 105 W
- puissance fonctionnement : 240 W
- **puissance absorbée totale : 505 W**

Consommation électrique (E_E)

Pour déterminer la consommation électrique de l'installation, on se base sur le fonctionnement de l'installation de traitement 24h/24 sur toute l'année.

Chaque bassin naturel sera équipé d'un équipement de traitement. La puissance de fonctionnement est estimée à 505 W par appareil et le dispositif de compensation d'eau des piscines sera assuré par une vanne avec un flotteur qui fonctionne sans alimentation électrique.

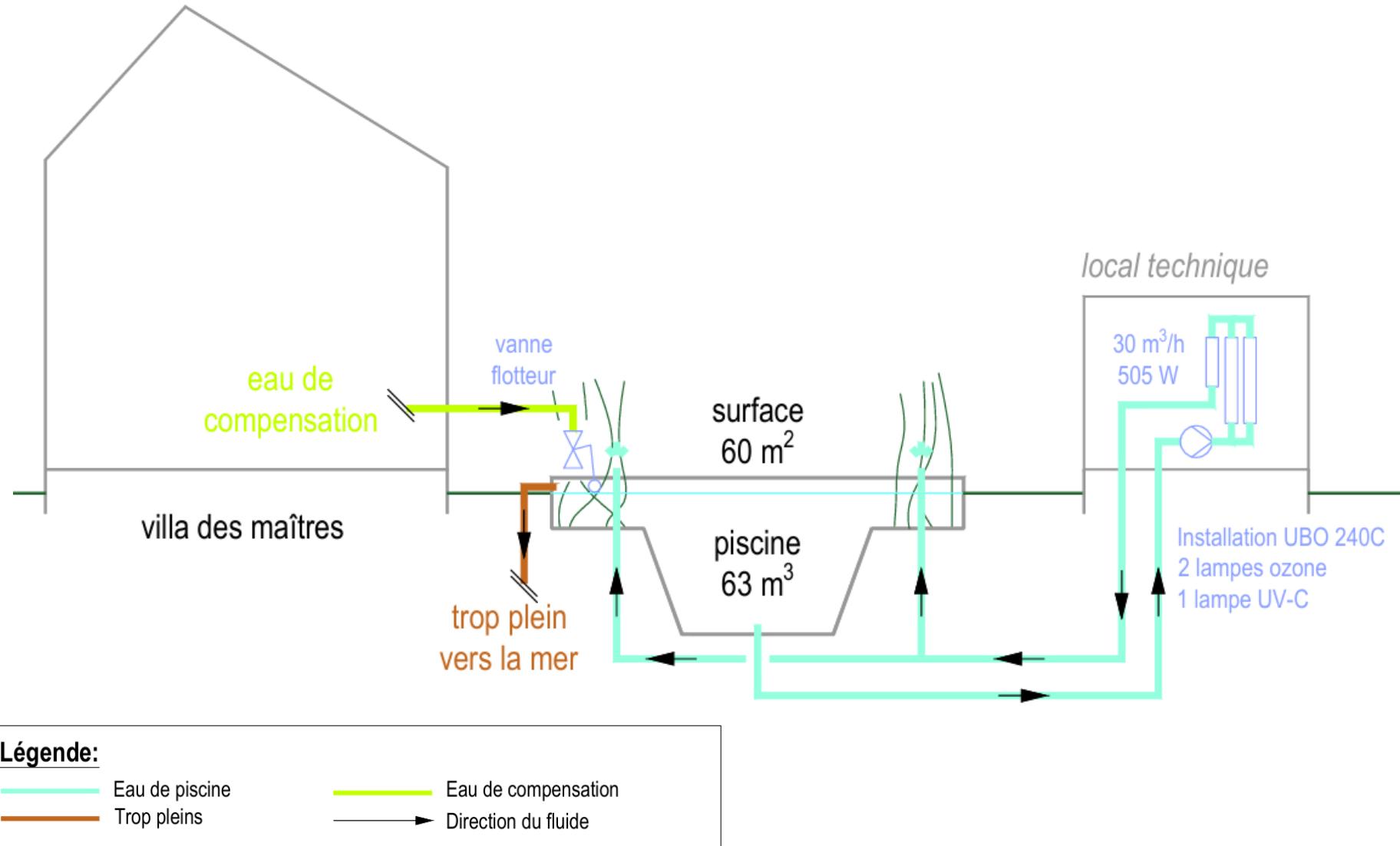
Sur la base de ce concept la consommation électrique annuelle pour chaque installation est la suivante :

caractéristique	villa 1	villa 2
- nombre d'heures de fonctionnement	8'760 h/an	8'760 h/an
- puissance fonctionnement.....	505 W	505 W
total E_E	4'424 kWh/an	4'424 kWh/an



Figure 26 – appareil de traitement UBO 240C

5.3.12. Schéma de principe des installations de piscine



5.4. INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

5.4.1. Estimation des consommations des appareils et des éclairages

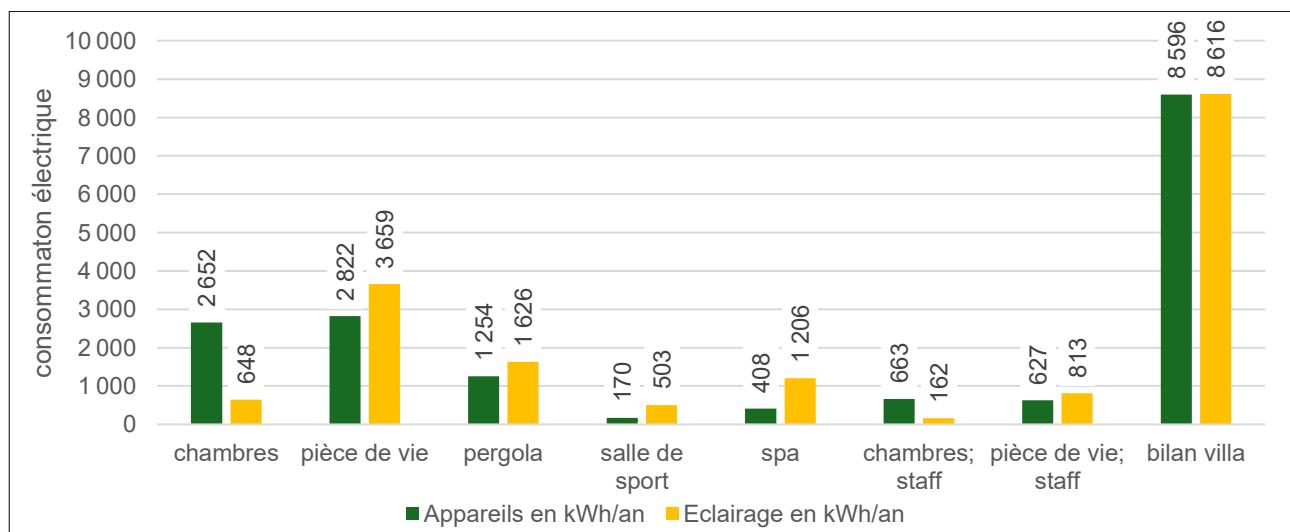
L'estimation de la consommation électrique des appareils et des éclairages du projet repose sur les valeurs standard de référence de la SIA 2024 ;2021 (28). Bien que le projet soit implanté à l'étranger, l'utilisation de cette norme comme base de pré-calcul reste pertinente pour la réalisation de l'estimation.

En effet, les habitudes de consommation énergétique dans un complexe hôtelier, qu'il soit en Suisse ou sur une île isolée, restent comparables. Les besoins en éclairage, en alimentation des appareils électroniques et les recharges des appareils restent relativement similaires, quel que soit le contexte géographique.

À la suite du développement du projet présenté dans les chapitres précédents, il est désormais possible d'estimer et de justifier les besoins en électricité.

Consommation électrique annuelle d'une villa (EE)

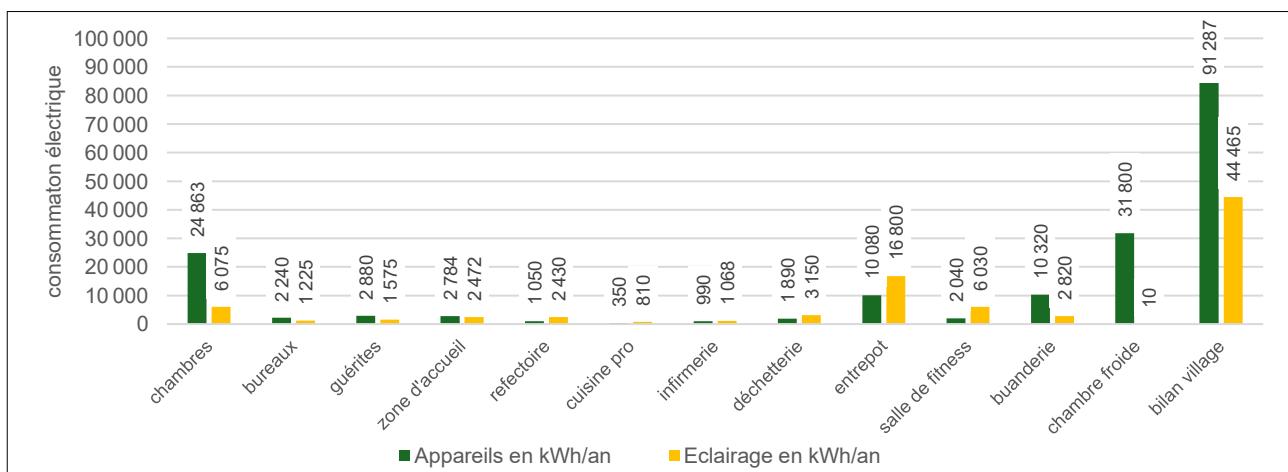
local type	SIA n°	surface m ²	E _{SIA} kWh/m ² ·an	conso. E _E kWh/an	P _{SIA} W/m ²	P _E kW
- chambres	2.01	120	27.5	3'300	19.7	2.4
- appareils			22.1	2'652	12.0	1.5
- éclairage			5.4	648	7.7	0.9
- pièce de vie	2.02	135	27.5	6'480	13.6	1.9
- appareils			20.9	2'822	7.0	1.0
- éclairage			27.1	3'659	6.6	0.9
- pergola	2.02	60	27.5	2'880	13.6	0.8
- appareils			20.9	1'254	7.0	0.4
- éclairage			27.1	1'626	6.6	0.4
- salle de sport	11.02	25	27.5	673	8.4	0.3
- appareils			6.8	170	2.0	0.1
- éclairage			20.1	503	6.4	0.2
- spa, bien-être	11.02	60	27.5	1'614	8.4	0.5
- appareils			6.8	408	2.0	0.1
- éclairage			20.1	1'206	6.4	0.4
- chambres staff	2.01	30	27.5	825	19.7	0.6
- appareils			22.1	663	12.0	0.4
- éclairage			5.4	162	7.7	0.2
- chambres staff	2.02	30	27.5	1'440	13.6	0.4
- appareils			20.9	627	7.0	0.2
- éclairage			27.1	813	6.4	0.2
total		460 m²		17'212 kWh/an		6.9 kW



Graphique 7 – répartition de la consommation électrique d'une villa en kWh/an

Consommation électrique annuelle du village (E_E)

local type	SIA n°	surface m^2	E_{SIA} kWh/ $m^2 \cdot an$	conso. E_E kWh/an	P_{SIA} W/ m^2	P_E kW
- chambre/studio	2.01	1'125	27.5	30'938	19.7	22.2
- appareils			22.1	24'863	12.0	13.5
- éclairage			5.4	6'075	7.7	8.7
- bureaux	3.01	70	49.5	3'465	23.5	1.6
- appareils			32.0	2'240	11.0	0.8
- éclairage			17.5	1'225	12.5	0.8
- guérites	3.01	90	49.5	4'455	23.5	2.1
- appareils			32.0	2'880	11.0	1.0
- éclairage			17.5	1'575	12.5	1.1
- zone accueil	3.04	240	21.9	5'256	20.5	4.9
- appareils			11.6	2'784	8.0	1.9
- éclairage			10.3	2'472	12.5	3.0
- réfectoire	6.02	300	11.6	3'480	7.3	2.2
- appareils			3.5	1'050	2.0	0.6
- éclairage			8.1	2'430	5.3	1.6
- cuisine pro	6.02	100	11.6	1'160	7.3	0.7
- appareils			3.5	350	2.0	0.2
- éclairage			8.1	810	5.3	0.5
- infirmerie	8.03	30	68.6	2'058	33.8	1.0
- appareils			33.0	990	15.0	0.4
- éclairage			35.6	1'068	18.8	0.6
- déchetterie	10.01	300	16.8	5'040	9.3	2.8
- appareils			6.3	1'890	2.0	0.6
- éclairage			10.5	3'150	7.3	2.2
- entrepôts	10.01	1'600	16.8	26'880	9.3	14.9
- appareils			6.3	10'080	2.0	3.2
- éclairage			10.5	16'800	7.3	11.7
- salle de sport	11.02	300	26.9	8'070	8.4	2.5
- appareils			6.8	2'040	2.0	0.6
- éclairage			20.1	6'030	6.4	1.9
- buanderie	12.1	300	43.8	13'140	28.5	8.6
- appareils			34.4	10'320	20.0	6.0
- éclairage			9.4	2'820	8.5	2.6
- chambre froide ...	12.11	100	318.1	31'810	150.0	15.0
- appareils			318.0	31'800	100.0	10.0
- éclairage			0.1	10	50.0	5.0
total		4'555 m²		135'752 kWh/an		78.5 kW



Graphique 8 – répartition des consommations électriques du village en kWh/an

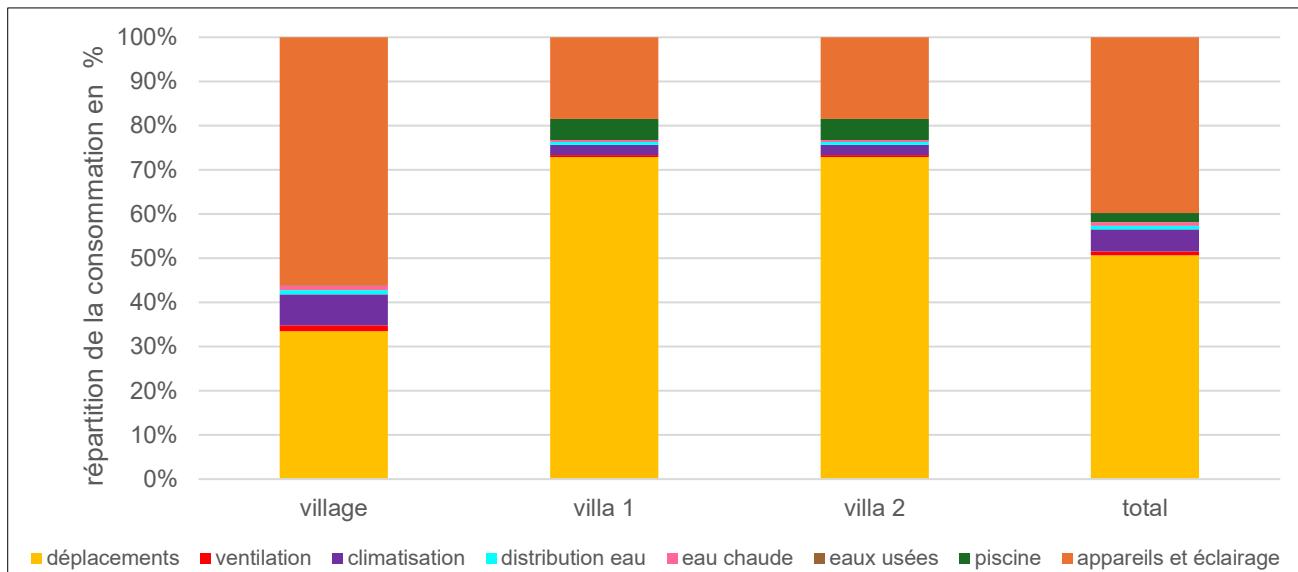
Estimation de la puissance (P_E) et de la consommation électrique annuelle (E_E)

caractéristiques	puissance P_E	consommation E_E
- village	78.5 kW	135'752 kWh/an
- villa 1	6.9 kW	17'212 kWh/an
- villa 2	6.9 kW	17'212 kWh/an
total	92.3 kW	170'175 kWh/an

5.4.2. Bilan des besoins en énergie électrique annuelle (E_E)

Grâce aux estimations réalisées d'après les solutions techniques proposées dans les chapitres précédents, il est désormais possible d'établir un bilan énergétique pour chaque zone du complexe hôtelier. Cette étape permet de quantifier les besoins en électricité (E_E) en lien direct avec les usages de chaque espace et de permettre le dimensionnement des installations électriques de manière optimale avec les besoins du projet.

consommateur	chapitre	village	villa 1	villa 2	total E_E
- déplacements	(4.6.2).....	96.0 MWh	60.3 MWh	60.3 MWh	216.6 MWh
- ventilation	(5.2.2).....	3.1 MWh	0.3 MWh	0.3 MWh	3.8 MWh
- climatisation	(5.2.3).....	16.9 MWh	2.2 MWh	2.2 MWh	21.3 MWh
- distribution eau	(5.3.3).....	2.1 MWh	0.6 MWh	0.6 MWh	3.3 MWh
- eau chaude	(5.3.4).....	2.6 MWh	0.3 MWh	0.3 MWh	3.3 MWh
- eaux usées	(5.3.8).....	0.2 MWh	0.0 MWh	0.0 MWh	0.2 MWh
- piscine	(5.3.11).....	0.0 MWh	4.4 MWh	4.4 MWh	8.8 MWh
- app. et éclairage	(5.4.1).....	135.7 MWh	17.2 MWh	17.2 MWh	170.1 MWh
total		252.9 MWh	85.3 MWh	85.3 MWh	427.6 MWh



Graphique 9 – répartition des besoins en énergie électrique par an en %

D'après le bilan, la portion la plus énergivore du resort est la portion dédiée aux **déplacements des personnes** qui représente **environ 50% des besoins du complexe hôtelier**. En deuxième position se trouve l'énergie dédiée aux **appareils et à l'éclairage**, qui représente **environ 40% des besoins du complexe hôtelier**.

Récapitulation des puissances de fonctionnement (P_E)

consommateur	chapitre	village	villa 1	villa 2	total P_E
- déplacements	(4.6.2).....	103 kW	39 kW	39 kW	181 kW
- ventilation	(5.2.2).....	0.8 kW	0.1 kW	0.1 kW	1.0 kW
- climatisation	(5.2.3).....	9.3 kW	1.3 kW	1.3 kW	11.9 kW
- distribution eau	(5.3.3).....	9.7 kW	2.7 kW	2.7 kW	14.9 kW
- eau chaude	(5.3.4).....	10.3 kW	1.2 kW	1.2 kW	12.7 kW
- eaux usées	(5.3.8).....	3.5 kW	0 kW	0 kW	3.5 kW
- piscine	(5.3.11).....	0 kW	0.5 kW	0.5 kW	1.0 kW
- app. et éclairage	(5.4.1).....	78.5 kW	6.9 kW	6.9 kW	92.3 kW
total		215 kW	52 kW	52 kW	319 kW

5.4.3. Proposition de l'installation de production électrique

Dans la continuité de la stratégie énergétique développée pour le complexe hôtelier, l'approvisionnement en électricité vise une autonomie complète de l'île grâce à l'exploitation des ressources renouvelables disponibles sur place. Comme indiqué au chapitre 2.1.4, les deux sources naturelles les plus accessibles sont l'énergie solaire avec 3'429 heures d'ensoleillement annuel et l'énergie éolienne avec 6'432 heures de vent par an.

Analyse comparative des solutions de production

Une courte réflexion comparative entre les deux technologies est menée afin de déterminer la solution la plus adaptée au contexte local :

critères	énergie solaire	énergie du vent
- source d'énergie	rayonnement solaire	cinétique de l'air
- production	jour uniquement.....	jour et nuit
- heures de production (chap. 2.1.4).....	env. 3'429 h/an.....	env. 6'432 h/an
- avantage 1	silencieux.....	faible emprise au sol
- avantage 2	technologie mature.....	production la nuit
- inconvénient 1.....	efficacité si mal orienté.....	bruyant
- inconvénient 2.....	aucune production la nuit.....	impact visuel et animal
- durée de vie	comparable.....	comparable
- rentabilité	adapté aux petits projets.....	moins à petite échelle
- stockage	nécessaire.....	nécessaire

L'analyse démontre que les deux systèmes sont viables dans le cadre du projet, mais nécessitent tous les deux un système de stockage d'énergie pour garantir l'alimentation en continu, même si l'éolien peut fonctionner la nuit.

Bien que l'éolien bénéficie d'un nombre d'heures de fonctionnement plus élevé à l'année, sa mise en œuvre nécessite des études plus poussées et ses inconvénients rendent cette option moins favorable dans le cadre du projet actuel.

Compte tenu de ces éléments, de l'exposition solaire de l'île tout le long de l'année et grâce aux avantages d'une installation solaire à petite échelle, **l'énergie solaire photovoltaïque** est retenue comme source principale de production électrique pour le complexe hôtelier.

Proposition du panneau photovoltaïque

Afin de pré-estimer la surface des panneaux nécessaires pour la production annuelle en électricité, le dimensionnement prochainement présenté se basera sur les caractéristiques suivantes :

- fabricant:	Viessmann (50)
- model :	Vitovolt300 M420WM
- type de panneau :	monocristallins
- surface brute :	1.98 m ² (1.812 x 1.096 m)
- rendement du panneau :	21.1 %
- puissance nominale :	420 Wc

Proposition et dimensionnement des panneaux photovoltaïques

L'objectif de l'installation est de couvrir les 100% des besoins annuels en électricité du complexe, soit 427.6 MWh par an. Le dimensionnement des panneaux solaires se basera sur la puissance crête (Wc) des panneaux, en tenant compte des informations précédemment présentées.

En raison des besoins, de la configuration architecturale des toitures, de la présence des panneaux thermiques pour la production de l'eau chaude sanitaire et de l'ampleur du projet, il est difficile d'imaginer une intégration des panneaux directement dans les toitures des bâtiments.

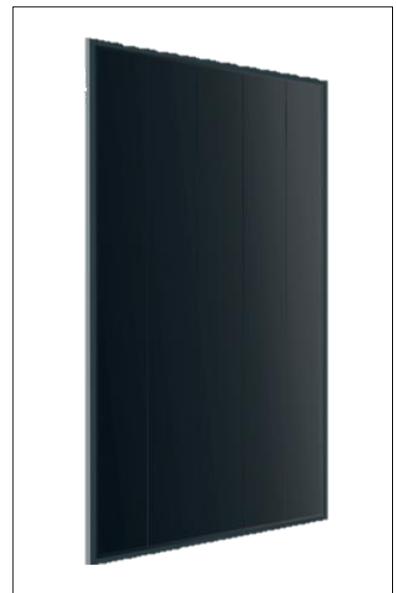


Figure 27 – Vitovolt300 M420WM

Pour ces raisons, les panneaux seront installés sur le modèle d'un champ solaire ou autrement appelé ferme solaire photovoltaïque au sol, placé au nord-est de l'île.

A cet emplacement et selon les données issues du simulateur en ligne PVGIS (51), la production annuelle attendue est de:

- 1'546 kWh/an par kWc installé pour les panneaux orientés vers l'ouest avec 5° d'inclinaison
- 1'535 kWh/an par kWc installé pour les panneaux orientés vers l'est avec 5° d'inclinaison

Le mois de février est le plus défavorable à la production, avec une production de 110.16 kWh/kWc, alors que le mois le plus favorable est le mois d'octobre avec 152.9 kWh/kWc.

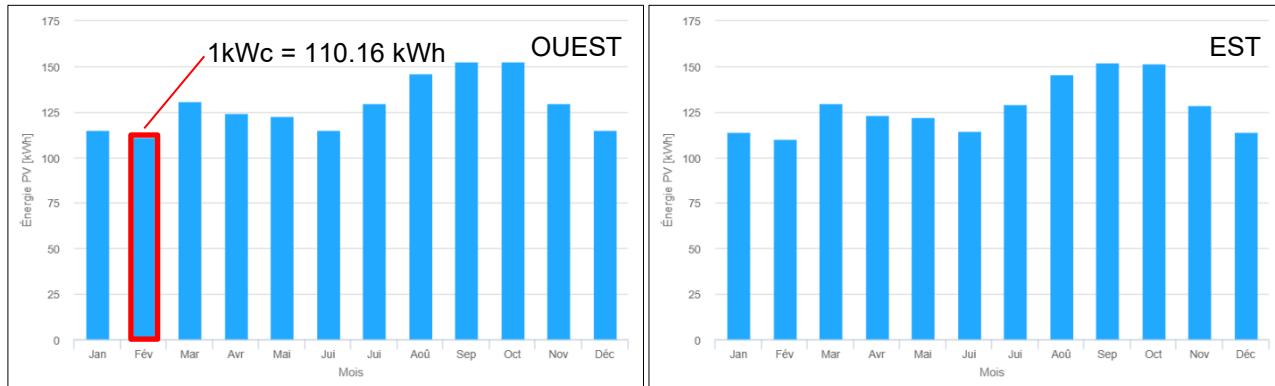


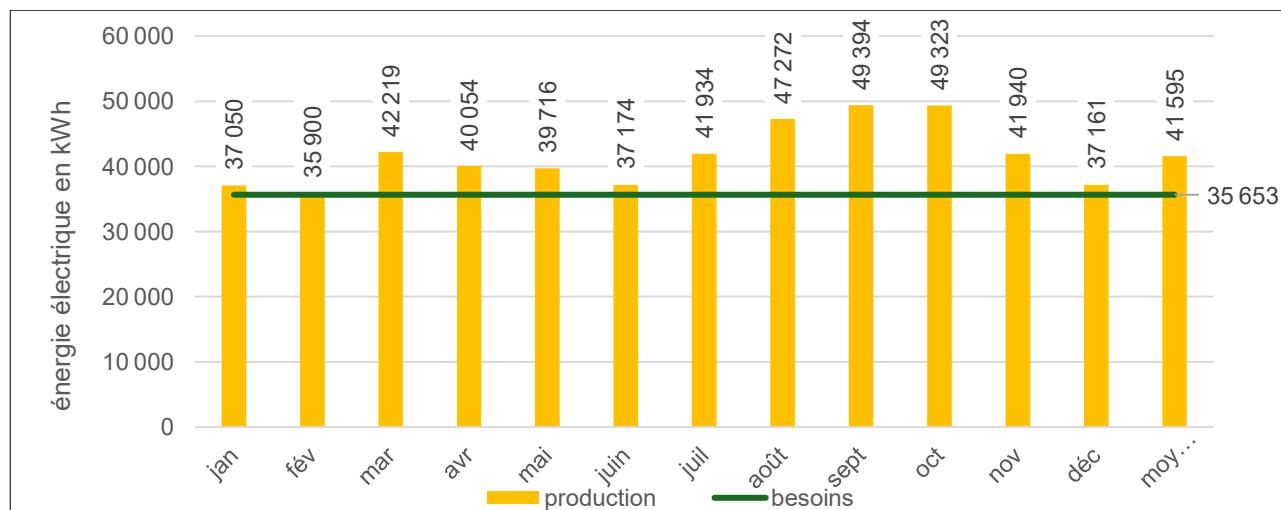
Figure 28 – énergie annuelle pour 1kWc

Hypothèses retenues pour le dimensionnement de la ferme solaire

- besoins annuels : 427.6 MWh
- variation des besoins sur l'année : constante
- besoins mensuels : 35.7 MWh
- pertes du système selon PVGIS : 14%
- production mensuelle la plus défavorable pour 1 kWc: février avec 110 kWh
- production annuelle avec 1kWc à 110.16 kWh: 1'321 kWh

Paramètres techniques retenus

- puissance installée : 324 kWc
- nombre de panneaux (420 Wc/unité) : 772 panneaux
- surface brute des panneaux: 1'533 m²
- production annuelle : 499.1 MWh (16% de marge)
- production en février : 35.9 MWh (0.5% de marge)



Graphique 10 – comparaison entre la production et les besoins en kWh

5.4.4. Proposition du système de stockage de l'énergie électrique

Pour le dimensionnement de la batterie de stockage, le prédimensionnement se basera à ce stade du projet en considérant une autonomie nécessaire en cas de conditions météo défavorables durant 2.5 jours consécutifs. Cette hypothèse permet le dimensionnement de l'installation, en attendant d'une analyse plus fine de la situation.

Hypothèses retenues pour le dimensionnement

- besoins annuels estimés :	427.6 MWh
- besoins journaliers :	1.17 MWh
- durée d'autonomie :	2.5 jours
- niveau de décharge max :	10 %
- pertes de conversion:	10 %
capacité de stockage	3.5 MWh

Proposition de la batterie de stockage

- fabricant:	Tesla Megapack (52)
- capacité de stockage :	3.9 MWh
- technologie :	Lithium-ion
- puissance apparente :	1.54 MVA (env. 1'254 kW)
- long. x larg. x haut. :	7.14 x 1.60 x 2.40 m
- masse :	23.1 tonnes

D'après la simulation énergétique présentée en annexe 8.1.11, sur une année environ 72 MWh de l'énergie produite par les panneaux, ne seront consommés ni stockés par le complexe hôtelier.



Figure 29 – exemple de megapack Tesla

5.4.5. Installation de secours

L'électricité constitue un élément essentiel pour le bon fonctionnement du resort, ainsi que pour garantir le confort des visiteurs venus vivre une expérience unique sur l'île. Afin de garantir un fonctionnement de l'île en cas de défaillance de l'installation électrique principale, l'équipement de l'île avec un groupe électrogène diesel est prévu dans le projet.

Bien que cette solution ne soit pas écologique, la production est fiable et facilement stockable. Le dimensionnement des réservoirs pourra assurer l'alimentation électrique minimale pendant une durée d'au moins 5 jours, afin de couvrir le temps nécessaire à la remise en service du système principal.

Proposition de génératrice de secours

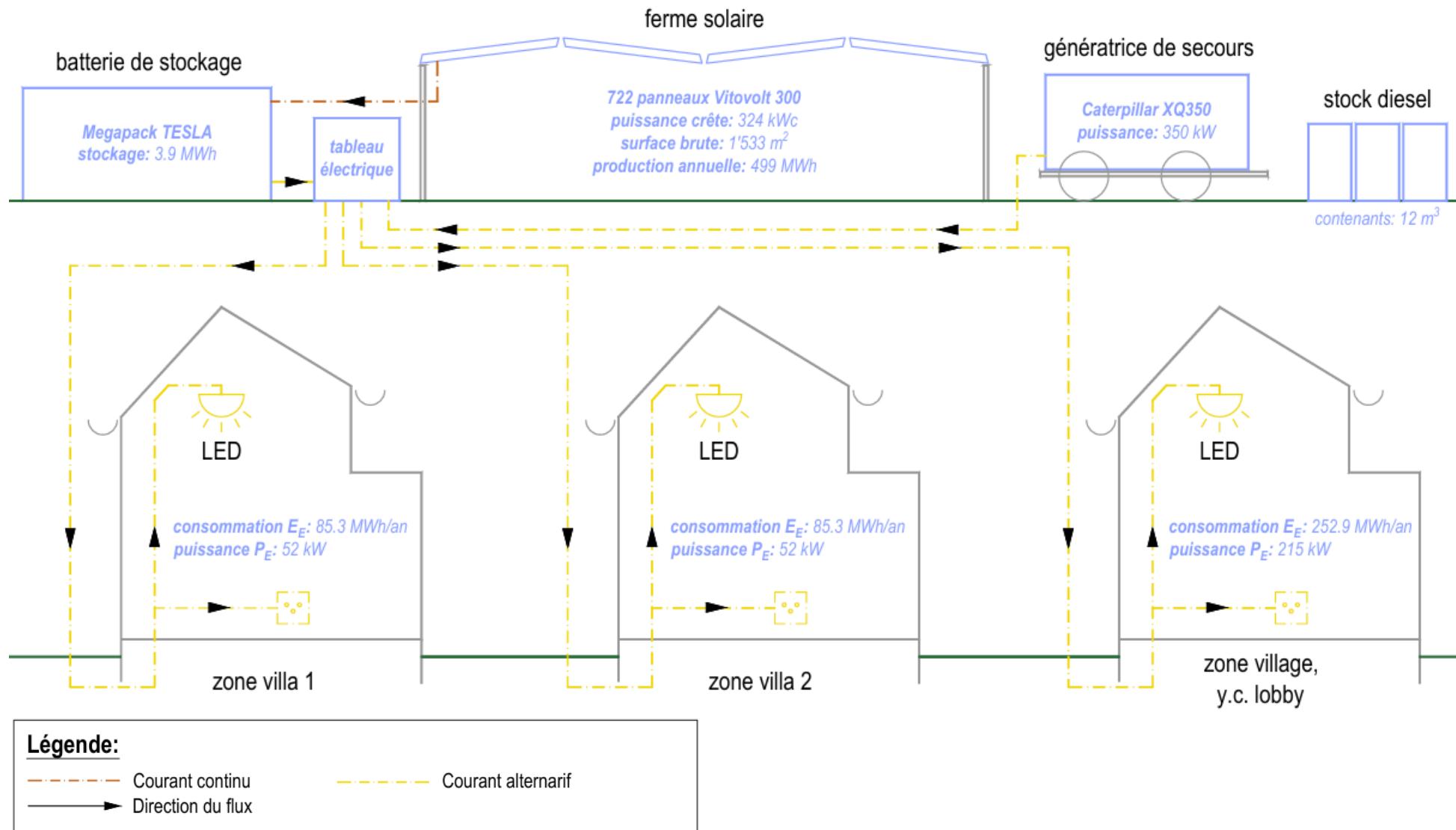
- fabricant:	Caterpillar (53)
- model :	générateur XQ350
- carburant :	diesel
- puissance alimentation :	350 kW (437 kVA)
- tension :	208 à 600 V
- consommation carburant à 100% :	95.7 l/h
- consommation carburant à 75% :	73.4 l/h
- consommation carburant à 50% :	52.3 l/h
- capacité réservoir :	1'970 l/h
- fonctionnement par réservoir :	20 à 30 h
- stock carburant de secours :	5 jours
stock de réserve sur site :	12 m³



Figure 30 – génératrice XQ350

Remarque : Afin de maintenir la fiabilité de l'installation de secours, il est recommandé de la faire fonctionner à raison d'une fois par mois. Cette mise en service permet non seulement de tester le matériel, mais aussi de renouveler durant l'année le carburant stocké et d'éviter sa dégradation.

5.4.6. Schéma de principe des installations d'électricité



5.5. DIVERS

5.5.1. Stockage et traitement des déchets

Il est difficile de mettre en place une véritable filière de valorisation des déchets sur une île isolée, d'autant plus que le projet de viabilisation consiste en l'aménagement d'un complexe hôtelier dans un milieu naturel et sans développement d'infrastructures industrielles.

Dans ce contexte, seuls les déchets organiques, principalement issus des restes alimentaires, pourront être valorisés sur place en tant que nourriture pour les animaux de la ferme ou en tant que compost.

Les autres types de déchets feront l'objet d'un tri sélectif et seront temporairement stockés dans un bâtiment dédié à la gestion des déchets, de 300 m². Une fois conditionnées, ils seront évacués par bateau vers l'une des îles principales de l'Indonésie, afin d'être intégrés à un circuit de traitement des déchets respectueux de l'environnement.

Les espaces extérieurs sur l'ensemble de l'île seront équipées de poubelles de triage du type ARTI (54).



Figure 31 – poubelle ARTI

5.5.2. Eclairage de nuit

Les aménagements extérieurs de l'île seront équipés d'un éclairage extérieur afin d'assurer plusieurs fonctions telles que l'éclairage du réseau routier pour la sécurité des usagers, le confort des personnes lors de leurs déplacements nocturnes et la mise en valeur des espaces communs du complexe.

Afin de limiter le recours d'un réseau câblé qui est complexe à déployer sur une île de cette superficie, l'éclairage sera assuré par des lampadaires solaires autonomes, type AKKOR (55). Cette solution permet de réduire les travaux de terrassement nécessaires à la pose des câbles.

Par ailleurs, les lampadaires seront équipés de détecteurs de présence afin de ne s'allumer qu'en cas de passage et ainsi préserver la faune nocturne et garantir une intégration en parfaite harmonie dans l'environnement naturel.



Figure 32 – lampadaire AKKOR

5.5.3. Télécommunication

Comme analysé en chapitre 2.2.12, les îles de l'archipel sont toutes desservies par le réseau en 4G. En absence de compétences spécialisées dans le domaine de la télécommunication, on partira sur le principe que l'installation d'une antenne relai avec amplificateur de signal sera suffisante pour assurer la couverture des besoins du resort. Cependant, cette hypothèse devra être confirmée par une étude technique approfondie à mener ultérieurement. Des solutions par satellite peuvent également être envisagées.

6. BILAN FINAL

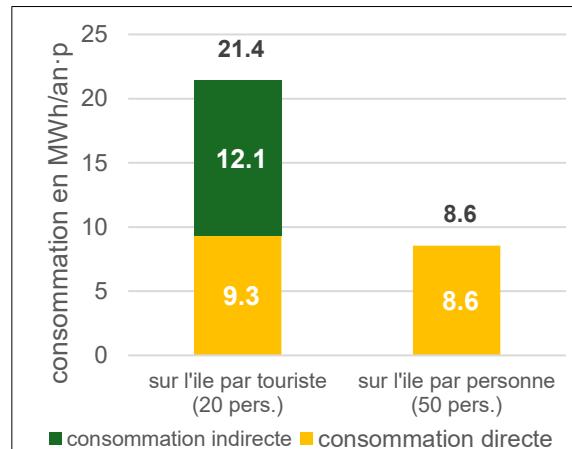
6.1. ANALYSE DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE DE L'ILE

6.1.1. Répartition de la consommation électrique produite sur l'ile

L'analyse de la répartition de la consommation électrique par personne s'appuie sur les données calculées du chapitre 5.4.2, qui présente le bilan annuel des besoins en électricité. Il est estimé que le resort consommera environ 427.6 MWh par an.

Les besoins pour la part des touristes peuvent se distinguer en deux catégories d'usage :

- Consommation directe : énergie utilisée personnellement par les utilisateurs dans l'hébergement pour la recharge des appareils, le confort, l'éclairage et etc.
- Consommation indirecte : énergie utilisée pour le fonctionnement du resort, telle que pour le service, les infrastructures et pour les 30 membres du personnel résidant sur place.



Graphique 11 – énergie finale par consommateur

Il ressort du bilan qu'un touriste séjournant sur l'ile durant une année nécessite directement et indirectement **environ 21.4 MWh** d'énergie. Sur ce total, **43% des besoins couvrent les besoins personnels** des touristes, tandis que les **57% restant sont consacrés au fonctionnement du resort**.

Enfin, si l'on répartit la consommation annuelle par le nombre de personnes résidant sur l'ile, qui est de 20 touristes et 30 employés du resort, la consommation par personne est de **8.6 MWh par an**.

6.1.2. Comparaison avec consommation moyenne nationale

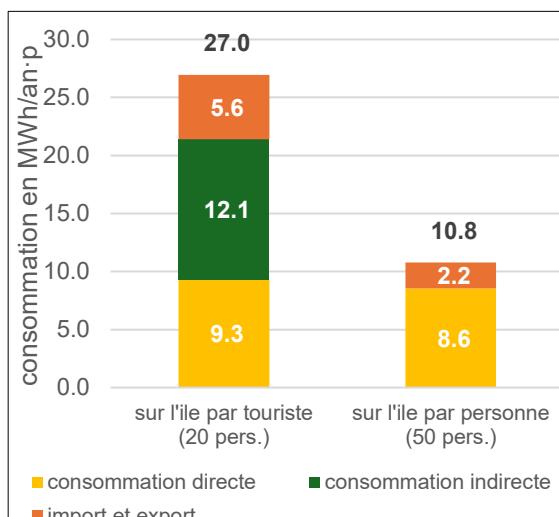
Il est complexe d'évaluer précisément la part d'énergie finale globale liée au fonctionnement du resort, autrement dit, l'ajout de la part d'énergie consommée en dehors de l'ile, comme pour la production des denrées alimentaires et leur transport, pour la gestion des déchets ou encore pour d'autres services externalisés répartis à travers le pays.

Plusieurs approches peuvent être utilisées pour interpréter ces données. Le scénario présenté dans ce projet se basera sur une méthode simplifiée en appliquant les ratios nationaux, vu en chapitre 2.1.8.

Pour commencer, on inclut l'énergie liée à l'acheminement hebdomadaire par bateau des produits non disponibles sur l'ile et le retour des déchets non valorisés sur une des îles principales équipées de filières de traitement.

Afin de modéliser l'énergie associée à ce transport régulier, l'estimation se base sur les hypothèses et paramètres suivants :

- liaison aller-retour d'un bateau : 200 km
- nombre d'approvisionnements par an : 52
- vitesse de croisière : 30 km/h
- nombre d'heures par semaine : 6.7 heures
- consommation de diesel par heure : 30 l/h
- énergie par litre diesel : 110.7 kWh/l
- énergie annuelle pour l'import-export : 101.3 MWh/an**



Graphique 12 – énergie finale avec import-export

Pour continuer, l'énergie finale consommée en dehors de l'île se base sur un calcul en règle de trois avec la consommation moyenne en Indonésie de 11.6 MWh/an et le taux appliqué.

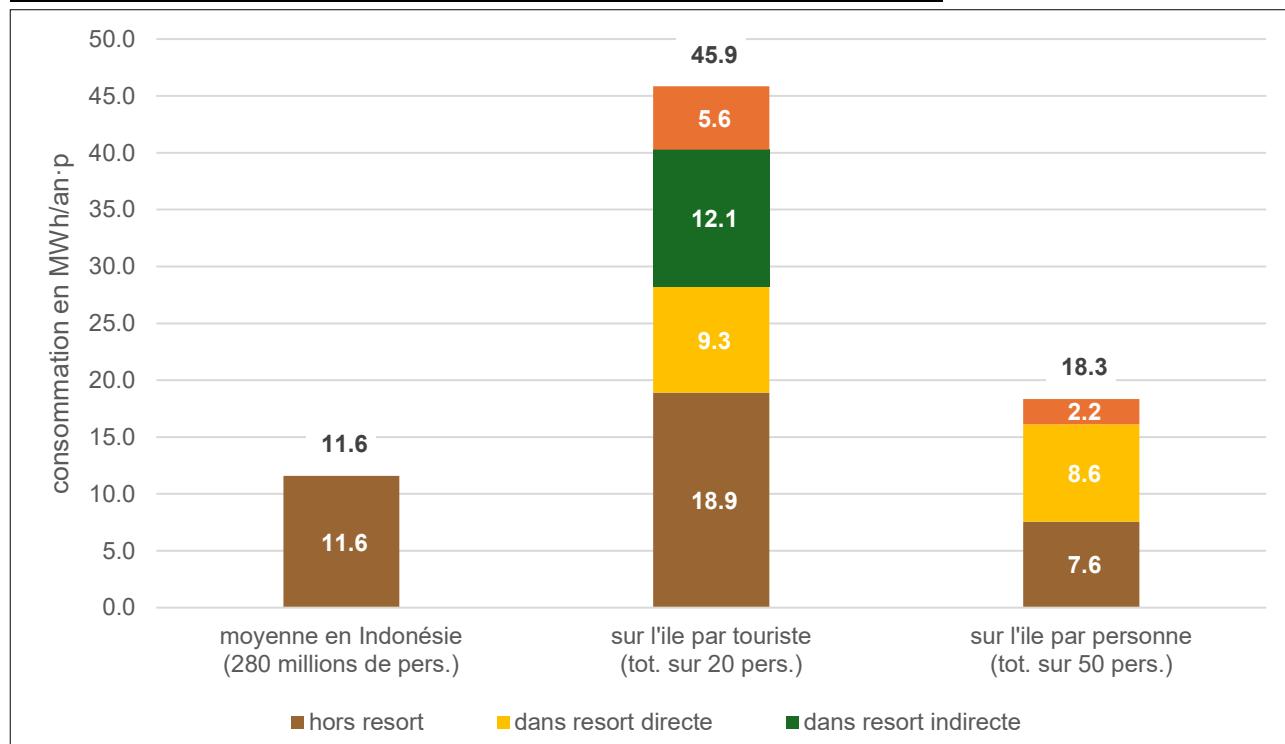
La répartition de la consommation de l'énergie finale par secteur était répartie comme suit en 2023 :

secteur	taux (13)	moy. Indonésie	consommation retenue
- industrie	43.9 %	5.1 MWh	4.9 MWh
- ménages	14.4 %	1.7 MWh	0 MWh
- services	4.4 %	0.5 MWh	0.5 MWh
- transport.....	36.2 %	4.2 MWh	2.1 MWh
- autres.....	1.1 %	0.1 MWh	0.1 MWh
total			7.6 MWh

Une correction a été appliquée à la valeur liée au secteur de l'industrie et du transport, en tenant compte de la production alimentaire locale et des déplacements qui sont en partie comptabilisés dans la consommation du resort, afin d'éviter un double comptage.

Selon cette méthode d'estimation théorique, la consommation énergétique en dehors de l'île, est évaluée à environ **7.6 MWh par an et par habitant** de l'île.

Tableau de comparaison de la consommation en énergie primaire globale



Graphique 13 – consommation finale globale

On observe qu'une personne résidant de manière permanente sur l'île consomme en moyenne **18.3 MWh par an**. Cela représente une consommation énergétique **d'environ 57% supérieure** à la moyenne nationale indonésienne.

On constate également que pour un touriste puisse résider une année complète sur l'île avec tous les services et avantages du complexe hôtelier, il est nécessaire d'engager **45.9 MWh par an et par touriste** en énergie primaire.

Pour rappel, la part de consommation due aux déplacements des personnes correspond à 50% de la consommation d'une personne, environ 4.3 MWh. Le bilan de l'île est fortement péjoré par cette tranche de consommation.

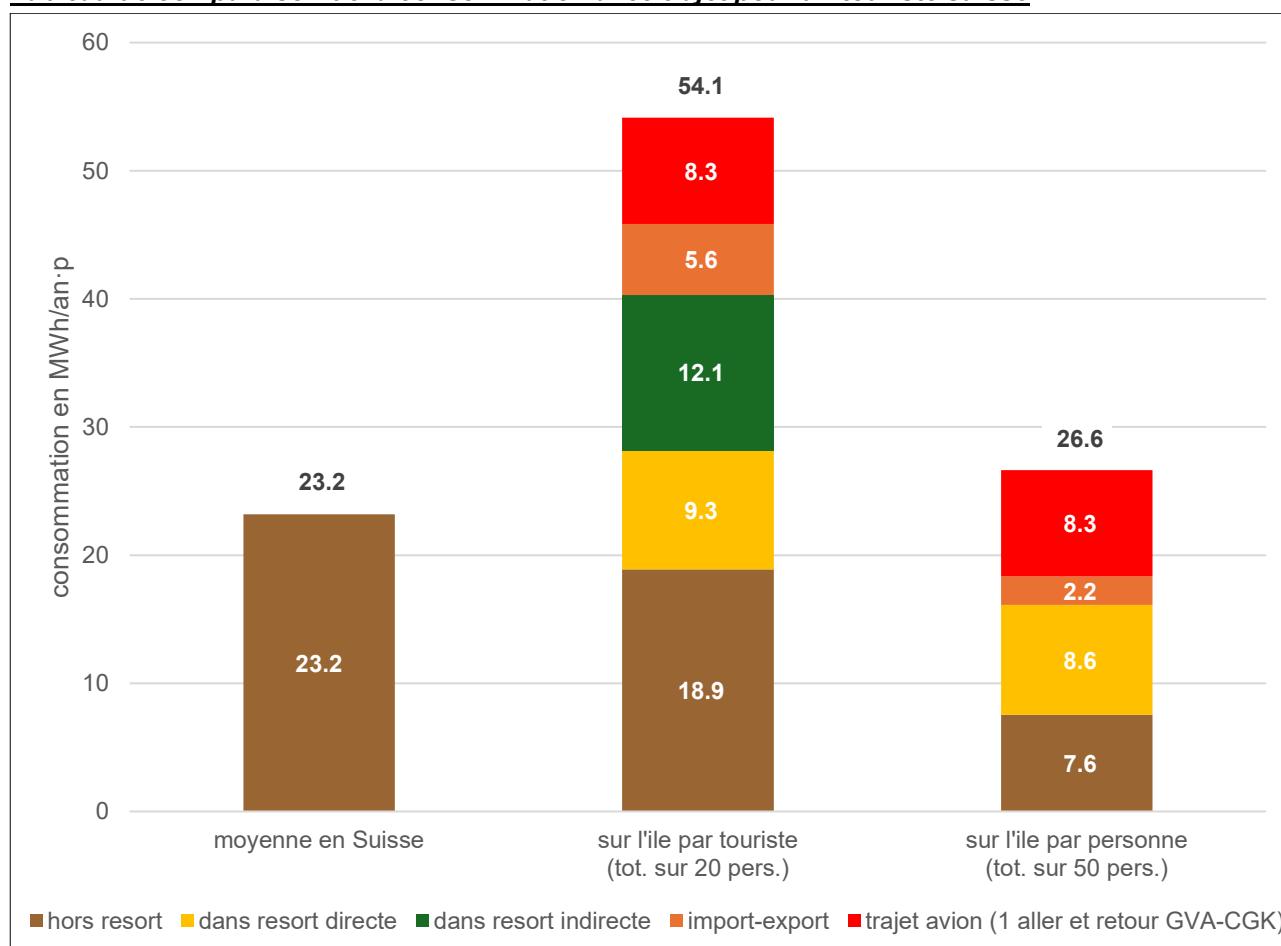
6.1.3. Comparaison touriste suisse

Pour terminer la phase de comparaisons, nous réalisons une dernière évaluation qui consiste à analyser la consommation annuelle pour une personne habitant en Suisse et qui décide de partir le 1^{er} janvier jusqu'au 31 décembre séjourner sur l'île.

Les caractéristiques retenues pour la réalisation des consommations dus au trajet Genève Jakarta sont les suivants :

- distance Genève-Jakarta: 11'317 km
- nombre de trajets : 1 aller et 1 retour
- consommation en kérosène (56): 3 l/100km·p
- énergie dans 1 litre de kérosène : 10 kWh
- conversion énergie finale à énergie primaire en suisse : 1.22
- **énergie trajet avion GVW-CGK:** **8.3 MWh/an**

Tableau de comparaison de la consommation avec trajet pour un touriste suisse



Graphique 14 – comparaison avec consommation annuelle suisse

On observe qu'un Suisse partant séjourner une année complète dans le resort, a un bilan énergétique d'environ **26.6 MWh par an**. Cela représente une consommation énergétique **d'environ 15% supérieure** à la consommation moyenne si le touriste avait passé l'année complète en Suisse, juste à cause du trajet en avion.

On constate également que pour un touriste puisse résider une année complète sur l'île avec tous les services et avantages du complexe hôtelier, il est nécessaire d'engager **54.1 MWh par an et par touriste Suisse** en énergie primaire.

6.2. ESTIMATION DES BESOINS EN RESSOURCES ET EN FINANCEMENT

L'objectif de ce chapitre est d'offrir une première visualisation globale des ressources matérielles et financières nécessaires à la réalisation du projet de viabilisation de l'île de Bengkoang ou d'une île équivalente.

A ce stade de développement du projet, les valeurs présentées reposent sur des données issues de sources en ligne, de ratios et ainsi que d'estimations personnelles.

L'analyse adoptée pour la réalisation de l'estimation reste macroscopique. Elle se limite à trois unités de mesure principales, qui sont la masse, le volume et le coût en francs suisses (CHF). Les éléments considérés sont regroupés de manière globale avec des hypothèses simplificatrices (ratios). Pour valider ces ordres de grandeur, une étude plus approfondie devra être menée par la suite.

Ces pré-estimations ont pour vocation d'évaluer les impacts matériels et logistiques, d'anticiper le flux de transports maritimes et de vérifier la faisabilité économique du projet par un investisseur.

6.2.1. Présentation du budget financier

Le coût total pour la mise en œuvre du projet s'élève à environ **16.7 millions de CHF**. Ce montant comprend :

- L'acquisition d'une île équivalente, avec un prix au mètre carré de 24 CHF/m². Le prix est basé sur le prix de vente d'une île similaire (57), mais plus petite.
- La construction des villas est estimée à la fourchette haute pratiquée à Bali, soit de 1'500 CHF/m².
- Les infrastructures du village de catégorie intermédiaire, avec un prix entre 500 et 1'000 CHF/m².
- Les autres postes comme les transports, les installations techniques et etc, basés sur les prix catalogues disponibles sur le marché (58).
- La main d'œuvre locale pour les travaux sans fourniture, est chiffrée selon un ratio horaire avec un salaire mensuel de 650 CHF, qui représente 1.5 fois le salaire moyen en Indonésie (59).

6.2.2. Présentation des ressources matérielles

L'estimation des volumes et des surfaces de matériaux nécessaires à la réalisation des ouvrages sont issues de la modélisation 3D développée sous Revit MEP. Les besoins en matériaux totalisent environ **4'216 tonnes de matériaux pour un volume de 11'676 m³**.

Principe constructif

Les principes constructifs retenus pour l'estimation se portent sur l'utilisation du bois de l'île à 90% pour la réalisation des parois et des sols et de 50% de bois pour la réalisation des toitures. Les équipements d'intérieur comme les meubles, linge de lit et autres appareils seront, quant à eux, importés.

Les machines et les autres appareils de construction ne sont pas compris dans le cadre de cette estimation.

Ressources locales vs ressources importées

La ressource naturelle présente sur l'île qui peut servir à la construction est principalement le bois. En absence de données précises sur la typologie de la végétation locale et en absence de vues satellites exploitables, il n'est pas possible d'avoir la certitude des espèces d'arbres présentes sur l'île. Dans ce contexte, il est retenu à titre d'hypothèse que les espèces sur place sont exploitables pour la construction.

Ainsi, pour les estimations le Meranti (60) présent dans l'Asie du Sud-Est est pris comme référence. Les données suivantes sont utilisées pour la réalisation de l'estimatif :

- espèce d'arbre: meranti (dark red)
- masse volumique à sec : 550 kg/m³
- hauteur et diamètre arbre moyenne : 15 m ; Ø 0.7 m
- pertes du travail du bois : 45 %
- masse finale par arbre : 1750 kg par arbre**

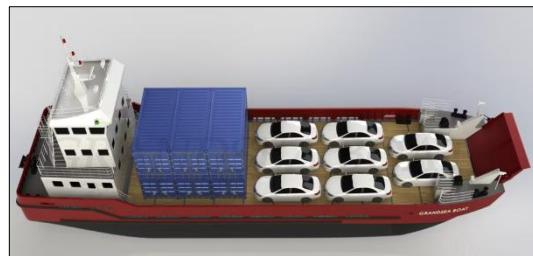


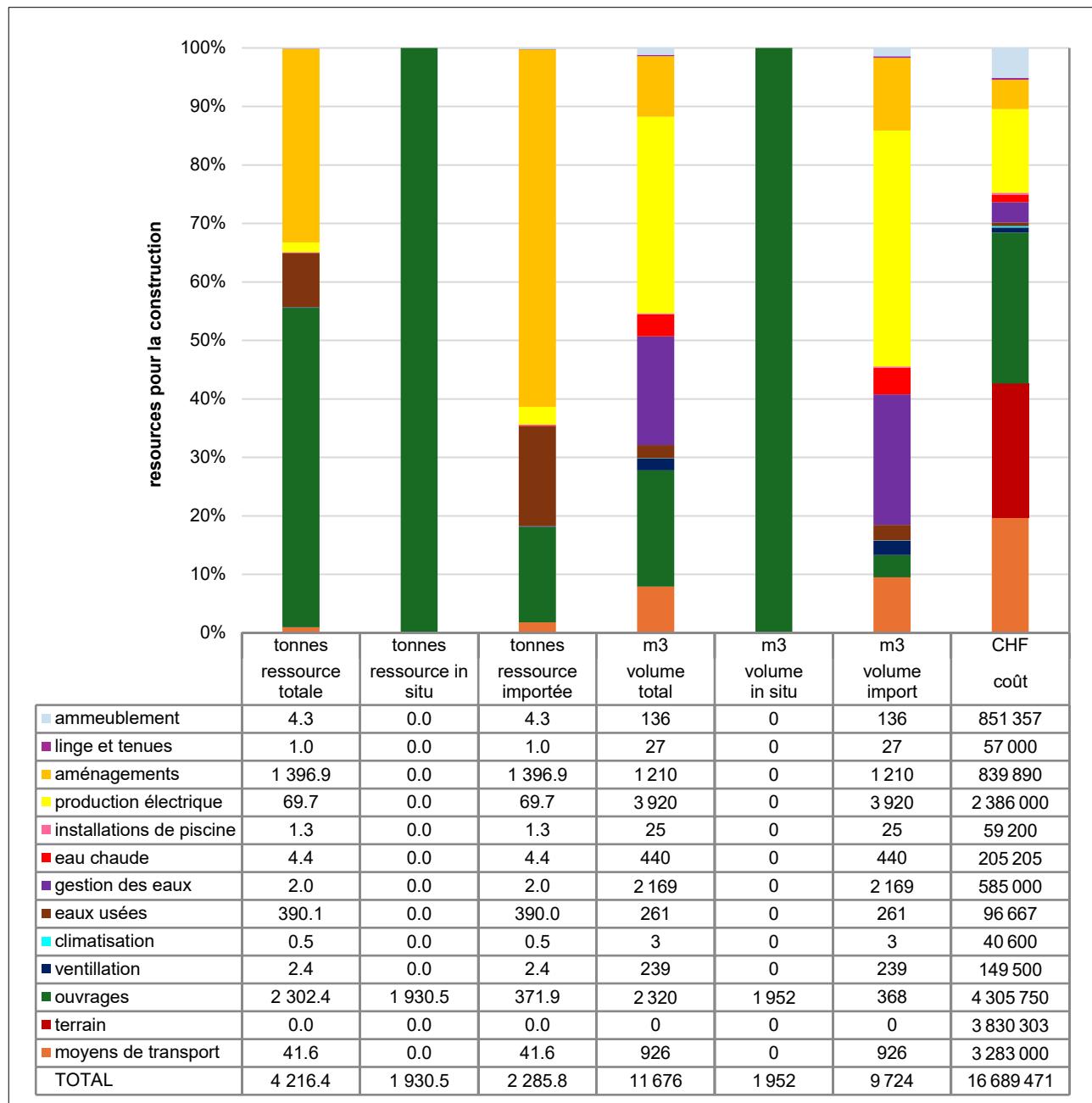
Figure 33 – barge de mer model HD-3600W

L'abattage d'environ **1'100 arbres** sera nécessaire pour la construction des ouvrages qui totalisent un besoin utile d'environ 1'930 tonnes. Au regard de la superficie de l'île cela représente environ 1 arbre tous les 845 m².

L'importation restante estimée à 9'724 m³ et 2'285 tonnes, représente environ **67 conteneurs de 180 m³** (dimensions : 12 x 2.6 x 2.5 m). Le transport pourrait être assuré par des cargos de petite taille ([\(61\)](#)), nécessitant environ six allers-retours entre l'île principale de Java et l'île du resort.

Remarque : Les déchets dérivés de la transformation du bois seront revalorisés sous forme de copeaux pour les sentiers du resort.

6.2.3. Tableau présentation de valeurs



Graphique 15 – vue macroscopique des masses, volumes et financière

La fiche de calcul plus détaillé des valeurs du graphique ci-dessus, est disponible dans l'annexe 8.1.12.

7. CONCLUSION

Ce travail avait pour objectif d'étudier la viabilisation d'une île déserte pour l'aménagement d'un complexe hôtelier de luxe en Indonésie, en tenant compte des exigences de durabilité et d'autonomie énergétique grâce à l'utilisation de sources renouvelables.

L'étude débute par une analyse détaillée du climat, de la géographie et des caractéristiques locales de l'île sélectionnée. Cette analyse permet de déterminer dès le départ le cadre dans lequel le projet architectural et technique doit s'inscrire. La taille, la topographie, l'exposition au soleil et au vent, ainsi que les précipitations influencent directement les solutions à envisager pour garantir l'autonomie en énergie et en eau du projet.

La rédaction du cahier des charges permet de finaliser le cadre dans lequel le projet évoluera et apporte un lot d'exigences supplémentaires au développement du projet, telles que le luxe, le vis-à-vis, le confort, la sécurité et les services offerts par le resort, ce qui permet de définir les besoins en infrastructures, en personnel et d'orienter le futur dimensionnement des ouvrages et des techniques des installations.

Ensuite, l'étude de l'architecture vernaculaire du pays a permis la sélection du concept architectural. En se basant sur les principes de la bioclimatique des bâtiments, il devient possible de réduire la dépendance aux systèmes mécaniques de traitement de l'air en travaillant avec une ventilation naturelle grâce à la mise en place de murs ajourés et de toitures utilisant le principe de cheminées perméables à l'air, même si pour des questions de dimensionnement, et de confort, certains systèmes de traitement ont été prévus.

Le travail initialement basé sur deux villas de luxe de 400 m² avec piscines privées, d'un centre de bien-être et d'un bâtiment annexe pour le personnel accompagnant, s'est avéré plus complexe à mettre en place à cause de l'isolement de l'île et les nombreux besoins permanents en personnel pour assurer un service de 5 étoiles contraint l'intégration d'un village dortoir pour 45 personnes, dont 30 personnes qui résideront en permanence sur l'île en rotation. Ces points alourdissent considérablement les besoins en infrastructures, en énergie et en systèmes techniques.

La séparation des villas entre elles, pour cause de vis-à-vis, et l'implantation du village du personnel et des infrastructures d'exploitation du resort de l'autre côté de l'île, engendrent la multiplication des installations techniques. Cette configuration, en plus de générer des déplacements plus importants, accentue les besoins en énergie et en installations techniques.

La mise en place d'une zone agricole avec élevage d'animaux permet de couvrir partiellement les besoins en denrées alimentaires et d'apporter une solution pour le traitement des déchets alimentaires et revalorisation des eaux usées traitées. L'augmentation de la zone agricole est envisageable dans ce projet, cependant cela n'offrirait pas de solution pour les produits alimentaires de luxe qui devront être importés. La présence régulière de liaisons maritimes pour les activités touristiques des touristes justifie alors un certain niveau d'importation.

La gestion de l'eau est rapidement devenue l'un des défis majeurs du projet. L'eau de mer étant non potable à la consommation, à cause de sa salinité, elle nécessite des solutions de traitement coûteuses et énergivores comme l'osmose inverse. La récupération de l'eau de pluie est alors une solution qui semble pertinente mais nécessite néanmoins un stockage massif sur plusieurs mois pour couvrir les besoins en eau lors des saisons sèches. La conservation de l'eau dans des conditions tropicales soulève des questions d'hygiène, nécessitant un suivi rigoureux des installations de traitement afin d'éviter la prolifération d'algues et de bactéries, qui rendraient l'eau impropre à la consommation.

La mobilité constitue un poste majeur. La consommation énergétique liée au poste représentant à elle seule 50% des besoins annuels. Dès lors, on constate l'importance de réduire au maximum les déplacements sur et en dehors de l'île au moyen d'appareils mécaniques, ainsi que de privilégier les moyens de mobilité douce ou les déplacements à pied. La sélection d'appareils avec des meilleures performances peut aussi être une solution qui permet de limiter fortement les besoins en énergie.

Dans ce contexte, la question du mix énergétique reste centrale. L'énergie solaire s'impose comme solution principale grâce à un ensoleillement constant tout au long de l'année. L'analyse climatique de l'île montre un potentiel complémentaire par l'utilisation de systèmes éoliens, notamment grâce à l'exploitation d'environ 6'300 heures de vent, dont environ 3'000 heures pendant les périodes sans ensoleillement. Cela permettrait de réduire la taille de l'installation de stockage et de diminuer la dépendance à l'utilisation de la génératrice de secours à diesel en cas d'ensoleillement insuffisant.

Au cours de l'étude, on constate que tous les systèmes techniques et ouvrages sont interconnectés les uns aux autres. Ainsi, le dimensionnement des installations et des ouvrages doit être précis, afin d'éviter tout surdimensionnement, souvent lié à l'accumulation de marges de sécurité excessives et au fait de s'appuyer constamment sur des hypothèses et scénarios toujours les plus défavorables à chaque étape du projet.

En conclusion, cette étude de viabilisation montre que les techniques existent pour rendre le projet autonome énergétiquement et durable. Le premier atout du projet est sa superficie de 100 hectares, qui permet d'aménager librement les infrastructures, les techniques et d'aménager un village pour le personnel sur l'île. Son deuxième atout est sa localisation au sein d'un archipel déjà habité doté de liaisons avec le reste du pays, qui facilite l'accès des touristes et du personnel du complexe, ainsi que les opérations d'importation et d'exportation.

Cependant, certains points fondamentaux restent à approfondir. La réduction des importations et des exportations constitue l'un des principaux axes fondamentaux du projet, tant pour des raisons écologiques qu'économiques. Le recours au bois local comme source naturelle pour la réalisation des ouvrages permet de réduire l'importation de matériaux et de réduire l'empreinte du projet sur l'environnement. Même si le projet se veut responsable et durable, l'arrivée de l'homme sur l'île et la coupe de 1'100 arbres entraîneront un impact significatif sur la faune et la flore locale. Par ailleurs, cette phase préparatoire nécessitera des allers-retours fréquents de personnes et d'équipements souvent alimentés en énergie fossile.

Ensuite, comme pour la phase préparatoire, la phase de construction n'a pas été abordé dans le cadre de cette étude, bien qu'elle constitue une étape cruciale pour garantir les ambitions écologiques du projet. Comment seront les ouvrages réalisés tout en respectant l'environnement local ? Comment les équipes accéderont-elles à l'île et seront-elles hébergées durant ces phases préalables à l'ouverture du complexe ? Autant de questions qui mériteraient une étude complémentaire afin de compléter et approfondir l'analyse menée ici.

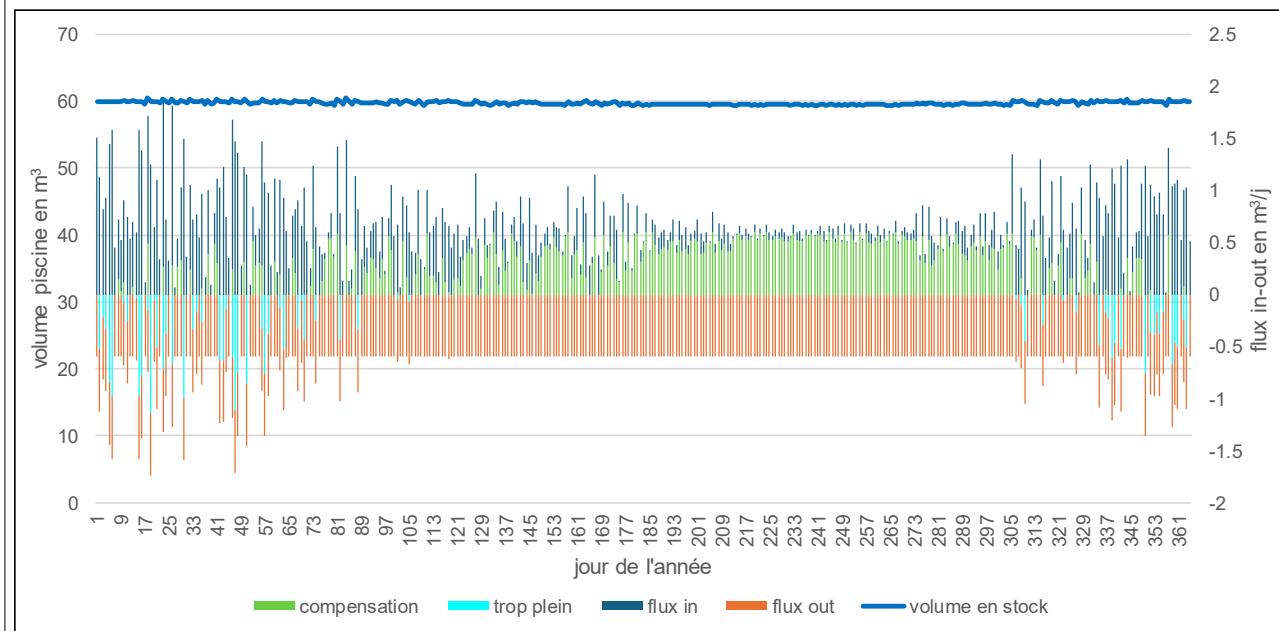
En termes de bilan, l'étude s'est concentrée sur la consommation énergétique, la masse et le volume des matériaux, ainsi que sur le coût financier du projet. Néanmoins, il serait pertinent d'élargir l'analyse en intégrant une évaluation sur le coût en énergie grise générée par l'ensemble du projet. Cette évaluation permettrait de comparer son impact global à celui d'établissements de même catégorie situées dans des zones non isolées et ainsi déterminer dans quelle mesure un projet reposant sur les énergies renouvelables en milieu isolé demeure pertinent d'un point de vue énergétique sur l'ensemble de son cycle de vie.

Pour ces raisons, est-ce que le projet peut prétendre à un label eco-friendly ?

8. ANNEXES

8.1.1. Pré-calcul compensation d'eau de piscine (villa)

Fiche évolution volume d'eau d'une piscine



CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

surface piscine **60 m²** facteur réception: **1** volume du réservoir: **60 m³**

PRECIPITATIONS (en mm)

valeurs retenues	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
	449	338	266	203	142	121	67	26	31	83	217	383	2 326

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

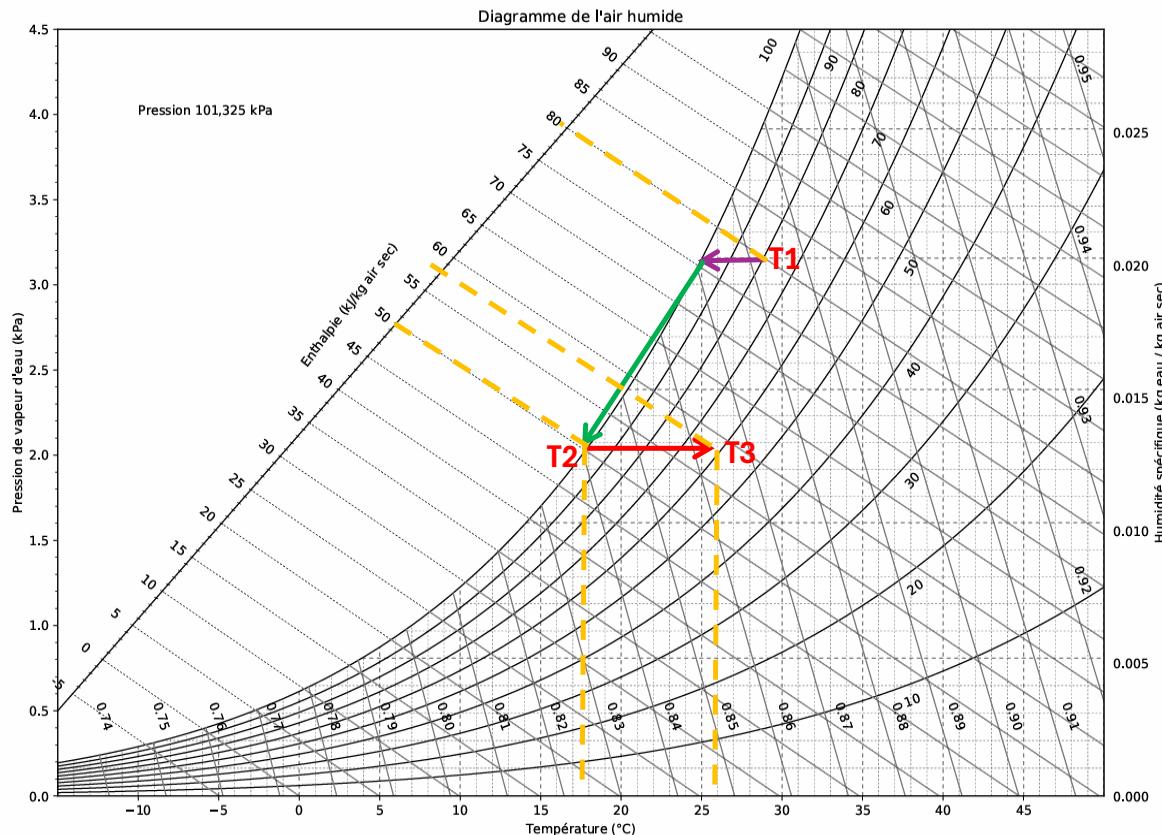
pluie	entrant	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
	sortant	26.9	20.3	16	12.2	8.52	7.26	4.02	1.56	1.86	4.98	13	23	140
	solde	18.6	16.8	18.6	18	18.6	18	18.6	18.6	18	18.6	18	18.6	219

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

volme en stock min	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
	60	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
volume en stock max	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
taux remplissage en moyenne	en %	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	100	100
trop plein durant le mois	sortant	10	7	3	0	0	0	0	0	0	0	1	7
compensation durant le mois	entrant	1.95	3.4	5.27	6	9.8	10.9	14.4	17.1	16.1	13.6	6.74	2.42
													108

8.1.2. Pré-calcul de la puissance du traitement de l'air chambres

Fiche de calcul puissance refroidissement et déshumidification de l'air



Humidité relative départ	80 %	Surface pièce	25 m^2
Humidité relative finale	60 %	Renouvellement air	$1.9 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$
T1	29 °C	Débit volumique d'air traité	$0.013 \text{ m}^3/\text{s}$
T2	18 °C		$48 \text{ m}^3/\text{h}$
T3	26 °C	Masse volumique de l'air	1.26 kg/m^3
Humidité spécifique T1	0.020 kg/kg, air sec	Masse d'air traité	0.017 kg/s
Humidité spécifique T2	0.013 kg/kg, air sec		60 kg/h
Delta humidité	0.007 kg/kg, air sec	Puissance appareil trait. d'air	0.63 kW
Enthalpie T1	80 kJ/kg, air sec	Condensation par heure	0.42 l/h
Enthalpie T2	50 kJ/kg, air sec		
Enthalpie T3	58 kJ/kg, air sec		
Delta T2-T1	30 kJ/kg, air sec		
Delta T3-(T2-T1)	8 kJ/kg, air sec		
Enthalpie totale du cycle	38 kJ/kg, air sec		

8.1.3. Liste appareils sanitaire et pré estimation du débit de pointe (zone villa)

Liste générale des appareils et débits

estimation générale des débits selon SSIGE W3 (édition 2013) et SN 592 000 (édition 2012)

Type	LU/DU	I/s	coef	I/s	DN
Eau froide	49	0.50	5 LU	1.40	-
Eau chaude	32	0.00	5 LU	0.81	-
Introduction	81	0.50	5 LU	1.52	-
Eaux usées	23.80	0.00	0.5	2.44	-

Coefficient eau	
Pour appareils jusqu'à 3 LU	3 LU
Si contient des appareils de 5	5 LU
Dès 150 LU	+150 LU

Coefficient eaux usées	
Maisons d'habitation, pensions, bur	0.5
Hôpitaux, écoles, restaurants, hôtel	0.7
Toilettes ou douches publiques	1.0
Laboratoire	1.2

8.1.4. Liste appareils sanitaire et pré estimation du débit de pointe (zone lobby)

Liste générale des appareils et débits

estimation générale des débits selon SSIGE W3 (édition 2013) et SN 592 000 (édition 2012)

	WC	Lavabo			Douche	Urinoir	Baignoire	Evier	Lave-linge	Grille-siphon	Bac	Robinet		Appareils spéciaux [l/s]															
	Simple PMR	Simple Double	Simple Lave-mains	PMR	Avec surverse	Sans surverse	Avec eau	Sans eau	Simple	Grande	Bassin de sauna	Avec lave-vaisselle	Sans lave-vaisselle	Jusqu'à 6 kg	De 7 à 12 kg	De 13 à 40 kg	DN 50	DN 56	DN 70	DN 100	Avec mat. fécale	Sans mat. fécales	Déversoir murale	Pour balcon	Pour garage / jardin	Total	Poste incendie	Evier pro	Total
Eau froide LU	1 1	1 2	1 1	1 1	2 2	2 2	3 0	0 0	3 3	3 3	3 3	3 2	2 2	2 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	2 2	2 2	2 5	33	0.27 0.20	0.00	
Eau chaude LU	0 0	1 2	1 1	1 1	2 2	2 2	0 0	0 0	3 3	3 3	3 3	2 2	2 2	2 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0.00	0.00	0.00	
Eaux usées DU	2.0 2.0	0.5 0.5	0.5 0.5	0.5 0.5	0.5 0.5	0.5 0.5	0.8 0.6	0.8 0.1	0.8 2.5	2.5 2.5	2.5 2.5	0.8 0.8	0.8 0.8	0.8 0.8	0.8 1.5	1.5 2.5	2.5 2.5	0.8 0.8	1.0 1.0	1.5 2.0	2.0 2.0	2.5 0.5	0.8 0.8	0.0 0.0	23.9	0.00	0.80	0.00	
vestiaires	4	4				4																			12			0	
bureaux	1	1																							3			0	
médical	1	1																							2			0	
sécurité	1	1				1																		1			0		
																									0			0	

Type	LU/DU	I/s	coef	I/s	DN
Eau froide	33	0.00	5 LU	0.81	-
Eau chaude	23	0.00	5 LU	0.74	-
Introduction	56	0.00	5 LU	0.93	-
Eaux usées	23.90	0.00	0.5	2.44	-

Coefficient eau	
Pour appareils jusqu'à 3 LU	3 LU
Si contient des appareils de 5	5 LU
Dès 150 LU	+150 LU

Coefficient eaux usées	
Maisons d'habitation, pensions, bureaux	0.5
Hôpitaux, écoles, restaurants, hôtel	0.7
Toilettes ou douches publiques	1.0
Laboratoire	1.2

8.1.5. Liste appareils sanitaire et pré estimation du débit de pointe (zone village)

Liste générale des appareils et débits

estimation générale des débits selon SSIGE W3 (édition 2013) et SN 592 000 (édition 2012)

Type	LU/DU	I/s	coef	I/s	DN
Eau froide	345	1.00	3 LU	2.60	-
Eau chaude	277	1.00	3 LU	2.48	-
Introduction	622	2.00	3 LU	3.97	-
Eaux usées	222.00	4.00	0.5	11.45	-

Coefficient eau	
Pour appareils jusqu'à 3 LU	3 LU
Si contient des appareils de 5	5 LU
Dès 150 LU	+150 LU

Coefficient eaux usées	
Maisons d'habitation, pensions, bureaux	0.5
Hôpitaux, écoles, restaurants, hôtel	0.7
Toilettes ou douches publiques	1.0
Laboratoire	1.2

8.1.6. Prédimensionnement production eau chaude

Pré-calcul production ECS et surface de panneaux solaire thermique

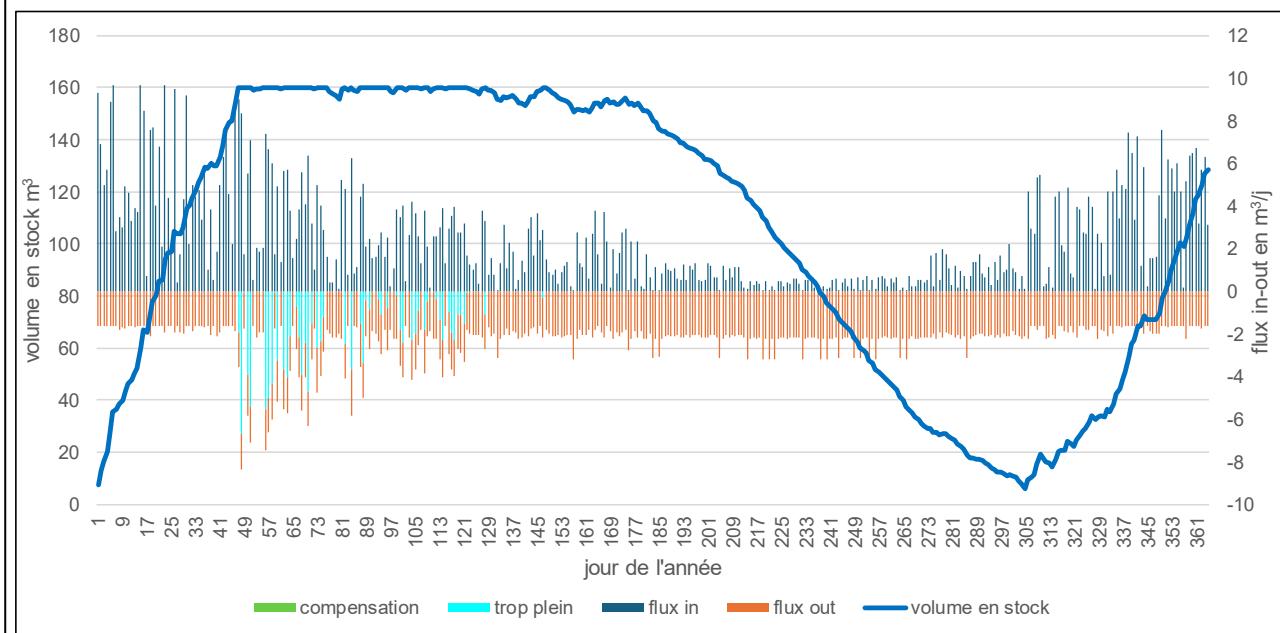
BESOINS ANNUEL									
zone	-	villa	annexe staff	lobby	village 4 studios	cuisine pro	réfectoire		
Volume d'eau chaude	V	-	300	120	517	200	975	130	[l/J]
Température eau froide	EF	-	25	25	25	25	25	25	[°C]
Température eau chaude	ECH	-	60	60	60	60	60	60	[°C]
Perthes installations sanitaire	R	-	67	67	67	67	67	67	[%]
Irradiation solaire annuelle	Isa	-	1 860	1 860	1 860	1 860	1 860	1 860	[kWh/m ²]
Couverture souhaitée	Couv	-	100	100	100	100	100	100	[%]
Nombre de jours	NJ	-	365	365	365	365	365	365	[jours]
Puissance annuel	P	$\frac{V \times R \times 4.187 \times (ECH - EF) \times Couv \times NJ}{3600}$	6 686	2 674	11 522	4 457	21 730	2 897	[kWh/an]

SURFACE EN M²									
Temps charge journalière	Cj	-	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	[h]
Fabricant	-		Viessmann Vitosol_200						[·]
Surface brute	SB	-	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	[m ²]
Surface absorbeur	SA	-	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	[m ²]
Longueur	L	-	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	[m]
Hauteur	H	-	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	[m]
Profondeur	P	-	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	[m]
Rendement optique	Rop	-	82	82	82	82	82	82	[%]
k1	-		4.421	4.421	4.421	4.421	4.421	4.421	[W/m ² ·K]
k2	-		0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	[W/m ² ·K ²]
Rendement panneaux	Rpa	-	69	69	69	69	69	69	[%]
Rendement orientation	Ror	-	90	90	90	90	90	90	[%]
Rendement couverture	Rcou	-	70	70	70	70	70	70	[%]
Irradiation solaire panneaux	Isp	-	813	813	813	813	813	813	[kWh/m ² ·an]
Heures de soleil par jour	Hsj		11	9	9	9	9	9	[h]
Puissance solaire horraire	Ps	Isp / NJ / Hsj	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	[kW/m ²]
Surface minimale de panneaux	Smin	P / NJ / Ps	11.3	3.7	15.9	6.2	30.1	4.0	[m ²]
Nombre de panneaux	Npan	Smin / SA	5	2	7	3	14	2	[p]
Surface panneau brut	A	Npan x SB	12.8	5.1	17.9	7.7	35.8	5.1	[m ²]
Surface panneau net	An	Npan x SA	11.6	4.6	16.2	6.9	32.3	4.6	[m ²]

VOLUME D'ACCUMULATION									
Surface absorbeur panneaux	Sap	Npan x SA	11.6	4.6	16.2	6.9	32.3	4.6	[m ²]
Puissance échangeur	Pech	Ps x Sap	3.0	2.0	5.0	2.0	9.0	2.0	[kW]
Temps de charge	Tcha	P / NJ / Pech	6.1	3.7	6.3	6.1	6.6	4.0	[h]
Volume d'accumulation	V _{acc}	$\frac{(Sap \times Ps \times Cj \times 3600 s)}{(365 j \times 4.187 \times (ECH - EF))}$	460	225	786	337	1 573	225	[l]

8.1.7. Pré-calcul du réservoir de stockage (villa)

Fiche évolution du stock d'eau sur l'année



CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

surface toitures: 460 m² facteur réception: 0.8 volume du réservoir: 160 m³

PRECIPITATIONS (en mm)

valeurs retenues	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
	449	338	266	203	142	121	67	26	31	83	217	383	2 326

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

pluie	entrant	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
		165	124	97.9	74.7	52.3	44.5	24.7	9.57	11.4	30.5	79.9	141	856
condensats	entrant	0.39	0.35	0.39	0.38	0.39	0.38	0.39	0.39	0.38	0.39	0.38	0.39	5
eau potable	sortant	0.93	0.84	0.93	0.9	0.93	0.9	0.93	0.93	0.9	0.93	0.9	0.93	11
eau domestique	sortant	50.2	45.4	50.2	48.6	50.2	48.6	50.2	50.2	48.6	50.2	48.6	50.2	591
eau irrigation	sortant	0	0	0	0	1	2	3	7	7	1	0	0	21
piscine	sortant	1.95	3.4	5.27	6	9.8	10.9	14.4	17.1	16.1	13.6	6.74	2.42	108
soldé		113	75	42	20	-9	-17	-43	-65	-61	-35	24	88	130

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

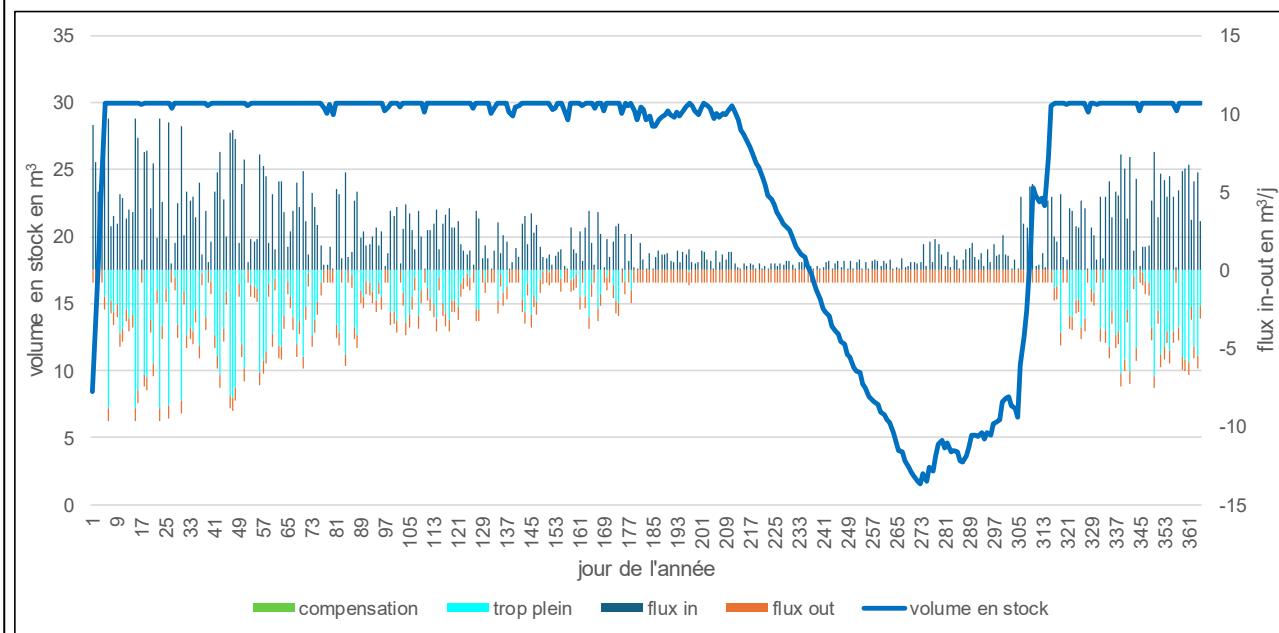
volme en stock min	max	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
		8	118	156	158	153	151	122	74	29	8	6	42	129
taux remplissage en moyenne	en %	40	91	100	100	98	96	84	60	31	11	15	52	65
trop plein durant le mois	sortant	0	33	47	26	3	0	0	0	0	0	0	0	109
compensation durant le mois	entrant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EVOLUTION DU RISQUE AU POINT LE PLUS BAS DE L'ANNEE

jour de l'année avec le pic bas en stock d'eau 1 novembre
 volume en stock 6 m³
 nombre de jours de réserve au point le plus bas 4 jours

8.1.8. Pré-calcul du réservoir de stockage (zone lobby)

Fiche évolution du stock d'eau sur l'année



CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

surface toitures: 460 m² facteur réception: 0.8 volume du réservoir: 30 m³

PRECIPITATIONS (en mm)

	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
valeurs retenues	449	338	266	203	142	121	67	26	31	83	217	383	2 326

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
pluie	entrant	165	124	97.9	74.7	52.3	44.5	24.7	9.57	11.4	30.5	79.9	141 856
condensats	entrant	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07 1
eau potable	sortant	0.93	0.84	0.93	0.9	0.93	0.9	0.93	0.93	0.9	0.93	0.9	0.93 11
eau domestique	sortant	23.9	21.6	23.9	23.2	23.9	23.2	23.9	23.9	23.2	23.9	23.2	23.9 282
eau irrigation	sortant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0
soldé		140	102	73	51	27	21	0	-15	-13	6	56	116 564

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

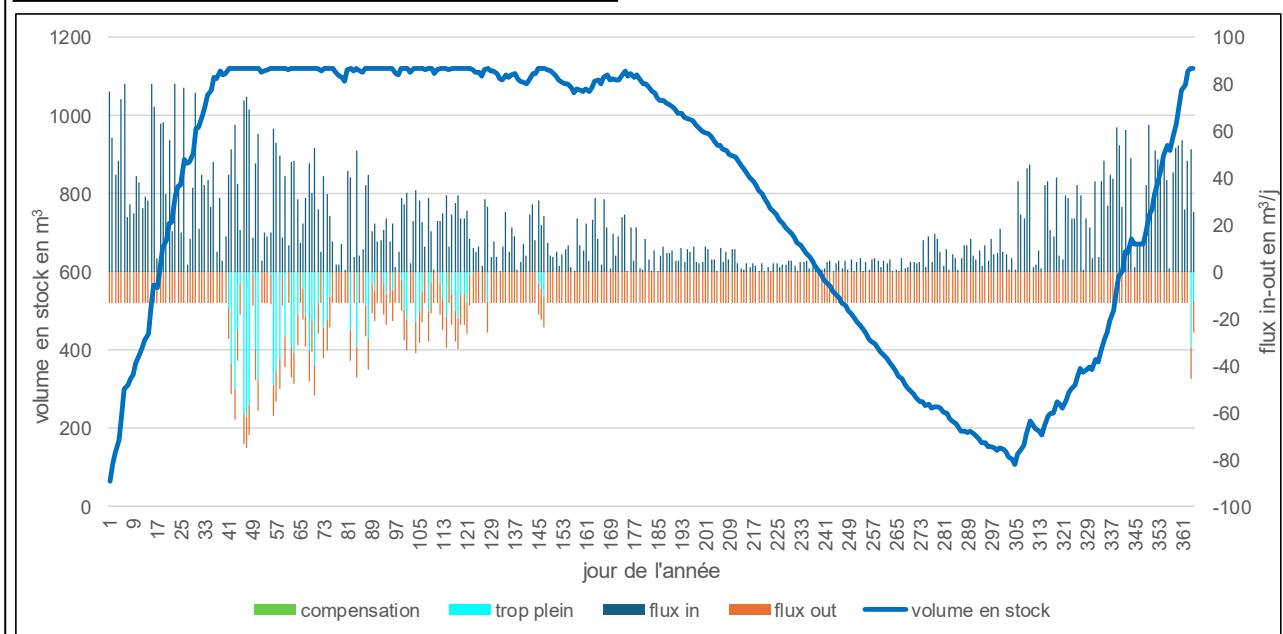
	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
volme en stock min		8	30	29	29	29	29	28	14	2	2	7	29
volume en stock max		30	30	30	30	30	30	30	29	13	8	30	30
taux remplissage en moyenne en %		94	100	100	100	100	99	97	71	25	16	86	100 82
trop plein durant le mois	sortant	110	102	73	51	27	21	0	0	0	0	33	116 534
compensation durant le mois	entrant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EVOLUTION DU RISQUE AU POINT LE PLUS BAS DE L'ANNEE

jour de l'année avec le pic bas en stock d'eau 30 septembre
 volume en stock 2 m³
 nombre de jours de réserve au point le plus bas 2 jours

8.1.9. Pré-calcul du réservoir de stockage (village du personnel)

Fiche évolution du stock d'eau sur l'année



CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

surface toitures: 3 825 m²

facteur réception: 0.8

volume du réservoir: 1 120 m³

PRECIPITATIONS (en mm)

	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
valeurs retenues	449	338	266	203	142	121	67	26	31	83	217	383	2 326

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
pluie	1374	1034	814	621	435	370	205	79.6	94.9	254	664	1172	7 118
condensats	2.93	2.65	2.93	2.84	2.93	2.84	2.93	2.93	2.84	2.93	2.84	2.93	34
eau potable	4.19	3.78	4.19	4.05	4.19	4.05	4.19	4.19	4.05	4.19	4.05	4.19	49
eau domestique	401	362	401	388	401	388	401	401	388	401	388	401	4 721
eau irrigation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
soldé	972	671	412	232	32	-19	-197	-323	-294	-148	275	770	2 382

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

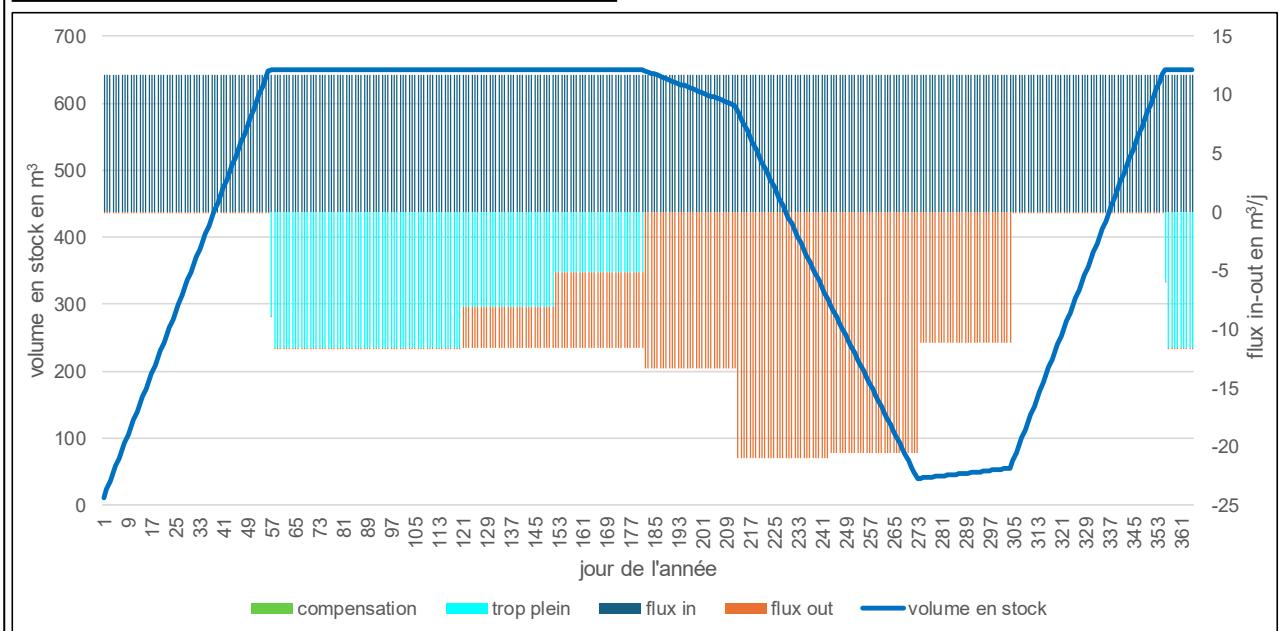
	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
volme en stock min	64	1 000	1 088	1 105	1 080	1 058	886	563	269	121	109	429	
volume en stock max	972	1 120	1 120	1 120	1 120	1 114	1 075	874	551	269	395	1 120	
taux remplissage en moyenne en %	49	99	100	100	99	97	87	64	37	17	23	70	70
trop plein durant le mois	0	523	412	232	50	0	0	0	0	0	0	45	1 262
compensation durant le mois	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EVOLUTION DU RISQUE AU POINT LE PLUS BAS DE L'ANNEE

jour de l'année avec le pic bas en stock d'eau	1 novembre
volume en stock	109 m ³
nombre de jours de réserve au point le plus bas	8 jours

8.1.10. Pré-calcul du réservoir de stockage (culture et animaux)

Fiche évolution du stock d'eau sur l'année



CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

surface toitures: 0 m² facteur réception: 0.8 volume du réservoir: 650 m³

PRECIPITATIONS (en mm)

	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
valeurs retenues	449	338	266	203	142	121	67	26	31	83	217	383	2 326

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
pluie entrant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
eaux usées traitées entrant	361	326	361	349	361	349	361	361	349	361	349	361	4 249
eau irrigation sortant	0	0	0	0	107	191	412	648	615	343	0	0	2 315
eau animaux sortant	2.54	2.3	2.54	2.46	2.54	2.46	2.54	2.54	2.46	2.54	2.46	2.54	30
soldé	358	324	358	347	251	156	-53	-289	-268	15	347	358	1 904

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

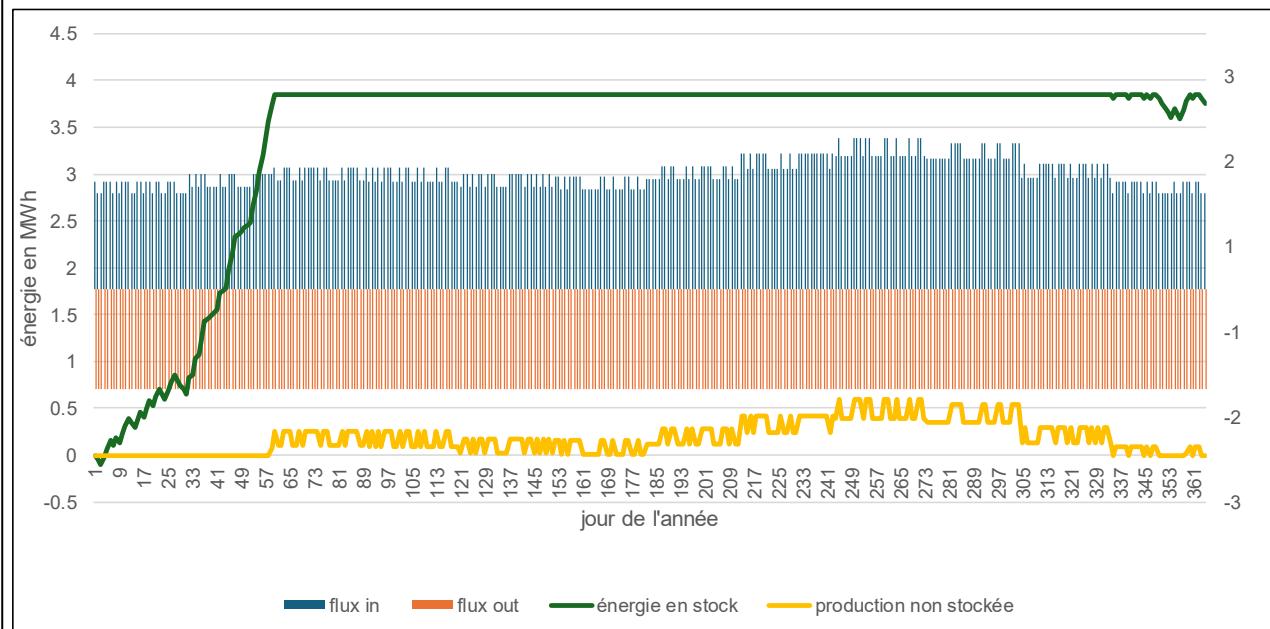
	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
volme en stock min	12	370	650	650	650	650	597	307	39	40	66	413	
volume en stock max	358	650	650	650	650	650	648	587	298	55	402	650	
taux remplissage en moyenne en %	28	81	100	100	100	100	96	69	26	7	36	87	69
trop plein durant le mois sortant	0	32	358	347	251	156	0	0	0	0	0	110	1 254
compensation durant le mois entrant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EVOLUTION DU RISQUE AU POINT LE PLUS BAS DE L'ANNÉE

jour de l'année avec le pic bas en stock d'eau 30 septembre
 volume en stock 12 m³
 nombre de jours de réserve au point le plus bas 1 jours

remarque: 10% des eaux usées traitées sont considérées comme perdues dans le processus de traitement des eaux usées

8.1.11. Simulation du stockage électrique sur une année

Fiche évolution du stockage électrique sur l'année**CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION**surface brute panneaux: 1 553 m²

capacité megapack tesla: 3.9 MWh

Production électrique (en MWh)

valeurs retenues	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
	37	36	42	40	40	37	42	47	49	49	42	37	499

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en MWh)

production électrique	entrant	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
		37	36	42	40	40	37	42	47	49	49	42	37	499
	sortant	36	33	36	35	36	35	36	36	35	36	35	36	428
solde		1	3	6	5	3	2	6	11	14	13	7	1	72

BILAN FLUX ENTRANT ET SORTANT (en m³)

volme en stock min	entrant	jan	fév	mar	avr	mai	juil	juil	aou	sep	oct	nov	déc	par an
		-0.1	0.8	3.9	3.9	3.9	3.9	1.3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.6
	volume en stock max		0.9	3.7	3.9	3.9	3.9	3.9	1.4	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9

8.1.12. Fiche d'estimation volumétrique, massique et financière

	resort	villa 1	villa 2	unité	masse	volume	prix	ressource totale	ressource e in situ	ressource importée	volume total	volume in situ	volume import	coût	source
	nbr	nbr	nbr		kg/u	m ³ /u	CHF/u	tonnes	tonnes	tonnes	m ³	m ³	m ³	CHF	
<u>moyens de transport</u>															
bateau	4	2	2	pièce	2 600	64.5	280 000	20.8		20.8	516		516	2 240 000	1
voiturette électrique	4			pièce	570	20.0	12 000	2.3		2.3	80		80	48 000	2
quads	4	4	4	pièce	50	3.6	2 000	0.6		0.6	43		43	24 000	3
jets-ski	4	2	2	pièce	250	6.0	47 000	2.0		2.0	48		48	376 000	4
véhicule agricole	1			pièce	2 500	45.0	350 000	2.5		2.5	45		45	350 000	5
VETT ou équivalent	10	10	10	pièce	30	1.2	1 500	0.9		0.9	36		36	45 000	6
minibus	5			pièce	2 500	31.5	40 000	12.5		12.5	158		158	200 000	6
<u>terrain</u>															
île	160 000			m ²	0	0.0	24							3 830 303	7
<u>ouvrages</u>															
tour de sécurité	1			pièce	78 400	75.5	1 000	78.4	63.4	15.0	76	61	14	1 000	8
villa des maîtres	400	400		m ²	455	0.4	1 500	363.9	285.4	78.5	337	264	73	1 200 000	8
annexe staff	60	60		m ²	633	0.7	1 500	75.9	65.9	10.0	80	69	11	180 000	8
lobby d'accueil	430			m ²	242	0.2	1 500	103.9	85.3	18.6	102	84	18	645 000	8
chambres/studio	1 125			m ²	361	0.4	750	406.5	356.7	49.8	433	380	53	843 750	8
réfectoire	300			m ²	346	0.3	500	103.9	85.3	18.6	102	84	18	150 000	8
déchetterie	300			m ²	346	0.3	300	103.9	85.3	18.6	102	84	18	90 000	8
cuisine pro	100			m ²	346	0.3	750	34.6	28.4	6.2	34	28	6	75 000	8
entrepôts	1 600			m ²	346	0.3	300	554.3	454.9	99.3	544	446	97	480 000	8
salle de gym	300			m ²	346	0.3	300	103.9	85.3	18.6	102	84	18	90 000	8
buanderie	300			m ²	346	0.3	300	103.9	85.3	18.6	102	84	18	90 000	8
chambre froide	100			m ²	346	0.3	500	34.6	28.4	6.2	34	28	6	50 000	8
ponton d'embarquement	770	300	300	m ²	171	0.2	300	234.6	220.9	13.7	273	257	16	411 000	8
<u>ventilation</u>															
ventilateurs plafonniers	245	27	27	pièce	8	0.8	500	2.4	0.0	2.4	239	0	239	149 500	9

	resort nbr	villa 1 nbr	villa 2 nbr	unité	masse kg/u	volume m ³ /u	prix CHF/u	ressource totale tonnes	ressourc e in situ tonnes	ressource importée tonnes	volume total m ³	volume in situ m ³	volume import m ³	coût CHF	source
<u>climatisation</u>								0.5	0.0	0.5	3	0	3	40 600	
climatiseurs	46	6	6	pièce	9	0.1	700	0.5	0.0	0.5	3	0	3	40 600	10
<u>eaux usées</u>								390.1	0.0	390.0	261	0	261	96 667	
station phytoépuration	200	30	30	m ²	1500	1.0	333	390.0	0.0	390.0	260	0	260	86 667	11
pompe de relevage	1			pièce	100	1.0	10 000	0.1	0.0	0.0	1	0	1	10 000	6
<u>gestion des eaux</u>								2.0	0.0	2.0	2 169	0	2 169	585 000	
réservoirs d'eau	1 800	160	160	m ³	1	1.0	160	1.1	0.0	1.1	2 120	0	2 120	339 200	12
surpresseurs	1	1	1	pièce	50	4.0	10 600	0.2	0.0	0.2	12	0	12	31 800	13
désinfection ultra-violet	32	12	12	pièce	10	0.5	3 500	0.6	0.0	0.6	28	0	28	196 000	14
osmoseurs	14	2	2	pièce	10	0.5	1 000	0.2	0.0	0.2	9	0	9	18 000	
<u>eau chaude</u>								7.6	0.0	7.6	846	0	846	262 045	
chauffe-eau thermodynamiques	15	2	2	pièce	50	0.5	7 500	1.0	0.0	1.0	10	0	10	142 500	15
panneaux thermiques	271	30	30	m ²	20	2.5	350	6.6	0.0	6.6	827	0	827	115 745	16
pompes de circulation	15	2	2	pièce	3	0.5	200	0.1	0.0	0.1	10	0	10	3 800	6
<u>installations de piscine</u>								1.3	0.0	1.3	25	0	25	59 200	
piscine bâche		1	1	pièce	132	4.5	9 600	0.3	0.0	0.3	9	0	9	19 200	12
traitement des eaux		1	1	pièce	500	8.0	20 000	1.0	0.0	1.0	16	0	16	40 000	13
<u>production électrique</u>								69.7	0.0	69.7	3 920	0	3 920	2 386 000	
ferme solaire	1 533			m ²	20	2.5	317	30.7	0.0	30.7	3 833	0	3 833	486 000	17
batterie de stockage	1			pièce	30 500	27.6	1 600 000	30.5	0.0	30.5	28	0	28	1 600 000	18
générateur de secours	1			pièce	8 500	59.9	300 000	8.5	0.0	8.5	60	0	60	300 000	19

	resort nbr	villa 1 nbr	villa 2 nbr	unité	masse kg/u	volume m ³ /u	prix CHF/u	ressource totale tonnes	ressourc e in situ tonnes	ressource importée tonnes	volume total m ³	volume in situ m ³	volume import m ³	coût CHF	source
aménagements								1396.9	0.0	1396.9	1210	0	1210	839 890	
culture de fruits	2 000			m ²	0	0.0	4	0.0	0.0	0.0	0	0	0	7 300	6
culture de légumes	1 000			m ²	0	0.0	4	0.0	0.0	0.0	0	0	0	3 650	6
culture de légumineuses	1 000			m ²	0	0.0	4	0.0	0.0	0.0	0	0	0	3 650	6
culture fourragère	2 000			m ²	0	0.0	4	0.0	0.0	0.0	0	0	0	7 300	6
élevage animaux	1 230			m ²	0	0.0	4	0.0	0.0	0.0	0	0	0	4 490	6
chemins	6 667			m	0	0.0	11	0.0	0.0	0.0	0	0	0	75 000	6
chemins carrossable	1 000			m	1250	0.5	23	1250.0	0.0	1250.0	500	0	500	22 500	6
terrain de sport	200	200	200	pièce	3	0.3	350	1.5	0.0	1.5	150	0	150	210 000	6
poubelles extérieurs	30	5	5	pièce	10	1.5	150	0.4	0.0	0.4	60	0	60	6 000	6
luminaires	333			pièce	435	1.5	1500	145.0	0.0	145.0	500	0	500	500 000	6
linge et tenues								1.0	0.0	1.0	27	0	27	57 000	
tenues personnel	675			pièce	1	0.0	20	0.7	0.0	0.7	22	0	22	13 500	6
linge de lits	138	18	18	pièce	2	0.0	250	0.3	0.0	0.3	6	0	6	43 500	6
ameublement								4.3	0.0	4.3	136	0	136	851 357	
lits	675			pièce	1	0.0	20	0.7	0.0	0.7	22	0	22	13 500	6
meubles tout genre	92	10	10	groupe	10	0.8	7 500	1.1	0.0	1.1	84	0	84	837 857	6
appareils sanitaire	202	22	22	pièce	10	0.1		2.5	0.0	2.5	31	0	31	déjà compris	6
TOTAL								4 219.7	1 930.5	2 289.0	12 082	1 952	10 130	16 746 311	

Cette liste n'est pas exhaustive, elle résume les éléments principaux pouvant figurer parmi les matériaux les plus importants du projet.

Liste des sources des prix:

- 1 <https://xshore.com/de/products/eelex-8000/>
- 2 <https://www.etsy.com/ch/listing/1670129630/benutzerdefinierte-golfwagen-zum-verkauf?gpla=1&gao=1&>
- 3 https://www.ebay.de/itm/225843763808?chn=ps&_ul=DE&mkevt=1&mkcid=28&google_free_listing_action=view_item
- 4 <https://uncrate.com/fr/article/narke-gt95-jet-ski-electrique/>
- 5 sans indication
- 6 estimation personnelle
- 7 <https://www.properstar.fr/annonce/98853516>
- 8 <https://www.cekindo.com/blog/building-villa-in-bali>
- 9 <https://www.digitec.ch/fr/s1/product/casafan-eco-genuino-22-db-ventilateur-15971280>
- 10 <https://edilpiazza.com/products/climatizzatore-9000btu-mitsubishi-hr-25>
- 11 <https://www.assainissementavenue.com/assainissement-individuel/phytoepuration-prix/>
- 12 <https://www.neatfx.fr/citerne-souple-eau-potable-wp1100-25m.html>
- 13 <https://product-selection.grundfos.com/fr/products/cmb-cmbe/cmbe-twin/cmbe-twin-5-62-99220847?pumpsystemid=2675581856&tab=variant-curves>
https://uvconcept.com/de-ch/products/purion-mobile-concept?gad_source=1&gad_campaignid=16449145136&gbraid=0AAAAADtH_69CU-
- 14 P6jXvm8N6OWsaUr39um&gclid=EAIAIQobChMlrlJmwuzGjQMvxmtBAh3qejoXEAQYASABEgLw7_D_BwE
- 15 <https://scdi.ch/fr/chauffe-eau-pac-450-litres-atlantic-wpa450-eco.html>
- 16 <https://suryanesia.com/en/articles/solar-panel-indonesia>
- 17 <https://suryanesia.com/en/articles/solar-panel-indonesia>
- 18 https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Megapack
- 19 <https://www.mascus.com/construction/other-generators/cat-xq350n/gi4l6phf.html>

9. RÉFÉRENCES

1. Indonésie. In: Wikipédia [Internet]. 2025 [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Indon%C3%A9sie&oldid=225466057>
2. Îles Karimunjawa. In: Wikipédia [Internet]. 2024 [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%8Eles_Karimunjawa&oldid=219392365
3. Idham NC. Javanese vernacular architecture and environmental synchronization based on the regional diversity of *Joglo* and *Limasan*. Frontiers of Architectural Research. 1 sept 2018;7(3):317-33.
4. Copernicus Marine MyOcean Viewer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://data.marine.copernicus.eu/viewer>
5. Global Solar Atlas [Internet]. [cité 18 mai 2025]. Disponible sur: <https://globalsolaratlas.info/map?c=-5.742359,110.409362,15&s=-5.738638,110.408546&m=site>
6. Le fonctionnement d'une éolienne - Comprendre l'énergie | EDF [Internet]. 2025 [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.edf.fr/groupe-edf/comprendre/production/eolien/fonctionnement-eolienne>
7. Think Hazard - Jepara [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.thinkhazard.org/fr/report/18039-indonesia-jawa-tengah-jepara>
8. Conseils pour les voyages - Indonésie [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.eda.admin.ch/countries/indonesia/fr/home/conseils-pour-les-voyages/conseils-sur-place.html#eda8dc342>
9. Pays (ou zone) | Données relatives à l'ODD 6 [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.sdg6data.org/fr/country-or-area/Indonesia>
10. Race for Water | Escale : Jakarta - Race For Water [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.raceforwater.org/fr/odyssee-2017-2021/jakarta-indonesie/>
11. Énergie aux États-Unis — Wikipédia [Internet]. [cité 7 juin 2025]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_aux_%C3%89tats-Unis
12. Énergie en Suisse. In: Wikipédia [Internet]. 2025 [cité 7 juin 2025]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89nergie_en_Suisse&oldid=223424555
13. Énergie en Indonésie. In: Wikipédia [Internet]. 2025 [cité 7 juin 2025]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89nergie_en_Indon%C3%A9sie&oldid=223001555
14. download-3BBD85-3838-4996-B726-66AAC3CA8ABB.pdf [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.hotelleriesuisse.ch/fr/prestations-et-soutien/classification/les-categories-de-base/hotel/download-3BBD85-3838-4996-B726-66AAC3CA8ABB.secure>
15. Baignade biologique. In: Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Baignade_biologique&oldid=199658185
16. SmashCourt | Realsport [Internet]. [cité 26 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.realsport.ch/fr/competences/tennis/smashcourt>
17. Schweizer Ernährungsempfehlungen_Langversion_FR.
18. Gallus gallus domesticus. In: Wikipédia [Internet]. 2025 [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Gallus_gallus_domesticus&oldid=224638233

19. Comment nourrir les cochons | Wikifarmer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://wikifarmer.com/library/fr/article/comment-nourrir-les-cochons>
20. Wikifarmer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Production de fumier de porc et gestion des déchets. Disponible sur: <https://wikifarmer.com/library/fr/article/production-de-fumier-de-porc-et-gestion-des-dechets>
21. Wikifarmer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Plante de papaye. Disponible sur: <https://wikifarmer.com/library/fr/category/plante-de-papaye>
22. Wikifarmer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Des légumes. Disponible sur: <https://wikifarmer.com/library/fr/category/des-legumes>
23. Wikifarmer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Haricot Mungo: Informations sur la plante, utilisations, valeur nutritionnelle et bienfaits pour la santé. Disponible sur: <https://wikifarmer.com/library/fr/article/haricot-mungo-informations-sur-la-plante-utilisations-valeur-nutritionnelle-et-bienfaits-pour-la-sante>
24. Wikifarmer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Questions et réponses sur les cochons. Disponible sur: <https://wikifarmer.com/library/fr/article/questions-et-reponses-sur-les-cochons>
25. Des céréales et des pseudo-céréales | Wikifarmer [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://wikifarmer.com/library/fr/category/des-cereales?subcategory=99>
26. ITB WT Direktorat Teknologi Informasi. Institut Teknologi Bandung. [cité 9 mai 2025]. The Urgency of Maintaining Safe and Clean Water Availability in Indonesia. Disponible sur: <https://itb.ac.id/news/the-urgency-of-maintaining-safe-and-clean-water-availability-in-indonesia/57576>
27. SVGW www svgw ch. SVGW. 2022 [cité 9 mai 2025]. Consommation domestique. Disponible sur: <https://www.svgw.ch/fr/eau/outils-de-communication/distribution-deau/utilisation/consommation-domestique/>
28. Brüttisellen-Zurich redm services info@redm services, Marcel Rossi, CH 8306. SIA-Shop Produit-«SIA 2024 / 2021 F - Données d'utilisation des locaux pour l'énergie et les installations du bâtiment (Collection des normes => Architecte)» [Internet]. [cité 24 mai 2025]. Disponible sur: https://shop.sia.ch/collection%20des%20normes/architecte/2024_2021_f/F/Product
29. Said S. Piscine (Évaporation et contrôle d'humidité) - FREENGY [Internet]. Piscine (Évaporation et contrôle d'humidité) - FREENGY. 2015 [cité 11 mai 2025]. Disponible sur: <https://freengy.blogspot.com/2015/05/piscine-evaporation-et-controle-d.html>
30. Gaspillage alimentaire : comment les hôtels et les restaurants peuvent agir ? | Euronews [Internet]. Disponible sur: <https://fr.euronews.com/business/2023/06/21/gaspillage-alimentaire-comment-les-hotels-et-les-restaurants-peuvent-agir>
31. Pour un tourisme solidaire : Luttons contre le gaspillage alimentaire dans les hôtels et les restaurants [Internet]. La Presse de Tunisie. 2024 [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: <https://lapresse.tn/2024/07/27/pour-un-tourisme-solidaire-luttons-contre-le-gaspillage-alimentaire-dans-les-hotels-et-les-restaurants/>
32. EPR | Business-Indonesia [Internet]. [cité 9 mai 2025]. Disponible sur: https://business-indonesia.org/waste_management
33. Eelex 8000 - The Electric Day Cruiser with the Power of Silence [Internet]. [cité 10 mai 2025]. Disponible sur: <https://xshore.com/de/products/eelex-8000/>
34. Techni-Contact.com. Voiturette électrique de golf 4 places : Devis sur Techni-Contact - Voiturette électrique de golf [Internet]. [cité 10 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.techni-contact.com/produits/9311-31174121-voiturette-electrique-de-golf-4-places.html>

35. SARL EG DISTRI [Internet]. [cité 10 mai 2025]. Quad électrique Hecht. Disponible sur: <https://crossferfrance.fr/quads-electriques/3383-quad-electrique-hecht-8595614967013.html>
36. Narke GT95 Jet Ski électrique [Internet]. [cité 10 mai 2025]. Disponible sur: <https://uncrate.com/fr/article/narke-gt95-jet-ski-electrique/>
37. V2C. Le Tracteur Électrique dans l'Agriculture Moderne [Internet]. V2C. 2024 [cité 10 mai 2025]. Disponible sur: <https://v2charge.com/fr/tracteur-electrique-innovation-agriculture-moderne/>
38. Deckenventilator ECO GENUINO: Rotorblatt-Ø 1220 mm | kaiserkraft [Internet]. [cité 11 mai 2025]. Disponible sur: http://kk-frontend.priv.ecom.kkeu.de/klimageraete/ventilatoren/deckenventilator-eco-genuino/rotorblatt-1220-mm/p/M16406147/?articleNumber=691486&customerType=B2C&gad_campaignid=20753395121&gad_source=1&gbraid=0AAAAADyFPFv-KuDAp42mYbGw7rfLYh9iV&gclid=EAIalQobChMI55GBs_GbjQMVvJqDBx1FfDsSEAQYBCABEgKNiPD_BwE&infinity=ict2%7Enet%7Egaw%7Ecmp%7EPM_DE-Jarvis-7-10%7Eag%7E%7Ear%7E%7Ekw%7E%7Emt%7E&lang=de_CH&utm_campaign=PM_DE-Jarvis-7-10&utm_medium=cpc&utm_source=google
39. 1747211992-RAC-MSZ-HR-25-35-42-50-60-71-VF-BROCHURE-COMMERCIALE-DCR318F.pdf [Internet]. [cité 21 mai 2025]. Disponible sur: <https://confort.mitsubishielectric.fr/sites/default/files/imported/1747211992-RAC-MSZ-HR-25-35-42-50-60-71-VF-BROCHURE-COMMERCIALE-DCR318F.pdf>
40. Eau potable [Internet]. [cité 18 mai 2025]. Eau potable. Disponible sur: <https://www.burkhalter-h2o.ch/fr/solutions/eau-potable>
41. Grundfos France [Internet]. [cité 19 mai 2025]. Surpresseur CMBe double. Disponible sur: <https://product-selection.grundfos.com/ch/fr/products/cmb-cmbe/cmbe-twin>
42. Multi lampes [Internet]. [cité 19 mai 2025]. Multi lampes. Disponible sur: <https://www.burkhalter-h2o.ch/fr/produits/unites-uv/multi-lampes>
43. Piccolo [Internet]. [cité 19 mai 2025]. Piccolo. Disponible sur: https://www.burkhalter-h2o.ch/fr/produits/installations-d-osmose-inverse/fiche_technique_piccolo
44. Atlantic Suisse AG - Elektroboiler [Internet]. [cité 18 mai 2025]. Chauffe-eau thermodynamique. Disponible sur: <http://www.atlantic-suisse.ch/fr/produits/chauffe-eau-thermodynamique/>
45. guide_d_utilisation_-_phytostation_annexes_-_3_a_18_eh_-_octobre_2018-2.pdf [Internet]. [cité 19 mai 2025]. Disponible sur: https://www.assainissement-non-collectif developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_d_utilisation_-_phytostation_annexes_-_3_a_18_eh_-_octobre_2018-2.pdf
46. Grundfos France [Internet]. [cité 19 mai 2025]. DP10.65 .26.2.50B. Disponible sur: <https://product-selection.grundfos.com/ch/fr/products/dp/dp1065-96106542>
47. Persoons N. FOUDEBASSIN.COM. 200apr. J.-C. [cité 22 mai 2025]. Quelle pompe pour une piscine naturelle? Disponible sur: <https://www.foudebassin.com/blogs/conseils/quelle-pompe-pour-une-piscine-naturelle>
48. Filtration ozone UV de votre piscine naturelle : Naturapool - Suisse romande [Internet]. Naturapool. [cité 22 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.naturapool.ch/filtration-ozone-uv/>
49. UBO 240C / 80 m3 [Internet]. UV-Ozone-Shop.ch. [cité 22 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.uv-ozone-shop.ch/shop/ultra-bio-ozone-ubo-240c/>
50. Module photovoltaïque Vitovolt 300 | Viessmann CH [Internet]. 2024 [cité 24 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.viessmann.ch/fr/produits/photovoltaïque/vitovolt-300.html>

51. JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission [Internet]. [cité 24 mai 2025]. Disponible sur: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/
52. Tesla [Internet]. [cité 24 mai 2025]. Megapack – Utility-Scale Energy Storage | Tesla France. Disponible sur: https://www.tesla.com/fr_fr/megapack
53. Générateur diesel de 350 kW | Toromont Cat Énergie [Internet]. [cité 24 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.toromontpowersystems.com/fr/location/generatrices-diesel/generatrice-diesel-de-350-kw>
54. Artri - Poubelle de tri sélectif [Internet]. [cité 26 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.recygo.fr/poubelles-tri/poubelles-rue/artri>
55. Akkor - Éclairage Public LED Solaire - Novéa [Internet]. [cité 26 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.novea-energies.com/produits/gamme-de-solutions-techniques/akkor/>
56. Ayoun L. Quelle est l'empreinte carbone d'un vol en avion ? [Internet]. Carbo. 2021 [cité 4 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.hellocarbo.com/blog/calculer/empreinte-carbone-avion/>
57. Properstar FR [Internet]. [cité 29 mai 2025]. Opportunité de développement exceptionnelle : l'île privée de Telaga Cina - Kepulauan Anambas Regency - Terrain à vendre. Disponible sur: <https://www.properstar.fr/annonce/98853516>
58. International PCB, Setiyadi D. Building Villa in Bali: The Ultimate Guide for Foreign Investors [Internet]. InCorp Indonesia. 2021 [cité 29 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.cekindo.com/blog/building-villa-in-bali>
59. Salaire moyen en Indonésie [Internet]. [cité 29 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.journaldunet.com/business/salaire/indonesie/pays-idn>
60. Meranti (dark red) [Internet]. Hout Info Bois. [cité 1 juin 2025]. Disponible sur: <https://www.houtinfobois.be/essences/red-meranti-dark/>
61. Made-in-China.com [Internet]. [cité 29 mai 2025]. [Hot Item] Barge de petit conteneur de mer et de rivière chinoise 36m à vendre. Disponible sur: https://fr.made-in-china.com/co_grandseaboat/product_Chinese-36m-Sea-and-River-Small-Container-Barge-Lct-Boat-for-Sale_erohghsoy.html

L'utilisation de chatGPT a été utilisé pour la correction et l'aide à la reformulation de phrases de ce rapport.