

Schéma Directeur des Energies des Iles Marquises

Rapport de synthèse des résultats

Commune de Fatu Hiva



Février 2020

Contexte global et objectif

Contexte de la production et distribution d'électricité des îles Marquises

- Une production électrique fortement carbonée et dépendante d'importations d'énergie fossile
- Des ressources énergétiques contrastées selon les îles :
 - Deux îles avec une production hydroélectrique prépondérante, déjà opérationnelle
 - Deux îles avec une ressource biomasse significative
 - Des potentiels éoliens fortement contraints par la morphologie des îles
- Une gestion de la production et distribution d'électricité variée selon les communes, avec :
 - 3 communes en fin de concession s'interrogeant sur les choix à prendre à court terme
 - 2 communes en régie
- Des configurations des systèmes électriques variées, avec :
 - des réseaux électriques distribués à l'échelle de zones habitées ou de vallées
 - des micro-réseaux alimentant une zone urbanisée
 - des sites isolés

Contexte global et objectif

Objectifs de l'étude

Contribuer à apporter des réponses aux questions suivantes :

- Quels enjeux / contraintes pour un mix à 100 % EnR à 2040 pour Fatu Hiva ?
- Quel parc optimisé ? Répartition géographique ?
- Enjeu économique (LCOE) ?
- Quels besoins en infrastructure réseau ?
- Quels besoins en moyens d'équilibrage et services systèmes ?

Sommaire

- **Contexte global et objectif**
- **Contexte spécifique à la commune**
- **Etat des lieux**
 - Analyse du système électrique actuel
 - Analyse de la demande
 - Analyse des potentiels ENR
- **Scénarisation**
 - Principes de la scénarisation
 - Paramétrage des scénarios
 - Résultats du scénario n°1
 - Résultats du scénario n°2
- **Etudes de sensibilité**
- **Conclusions**

Contexte spécifique de la commune de Fatu Hiva

La commune de Fatu Hiva exploite en Régie la production et la distribution d'électricité de l'île.

La production d'électricité est normalement assurée par deux centrales hydroélectriques avec des groupes électrogènes en secours.

Les deux centrales hydroélectrique sont actuellement à l'arrêt et la production d'électricité est principalement thermique

Enjeux :

- La maîtrise des budgets communaux avec l'enjeu d'une part EnR la plus forte possible pour réduire le coût des approvisionnement en carburant
- Le prix de l'électricité faible actuellement en deçà du prix appliqué dans le cadre de la péréquation tarifaire.

A prendre en compte :

- Redémarrage de la centrale hydroélectriques de Hanavave qui nécessite intervention d'une expertise extérieure
- Capacité de financement des travaux de remise en en fonctionnement de la centrale d'Omoa qui comprennent la réfection de la conduite forcée et une maintenance lourde de la turbine existante.
- Capacité de financement des Travaux de remise en état des réseaux électriques de Hanavave et Omoa et des réseaux d'éclairage publics. Les réseaux électriques sont vieillissants et certains clients en bout de ligne subissent de fortes chutes de tension.

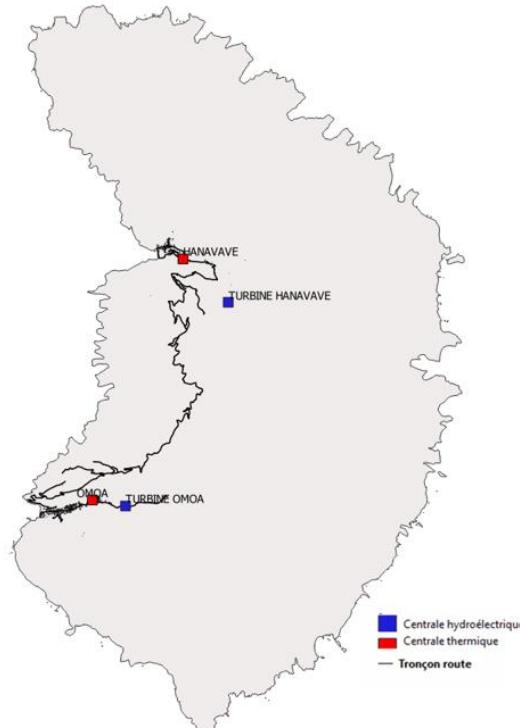
Analyse du système électrique actuel

Moyens de production actuels

- 2 vallées (Hanavavé et Omoa) alimentée par leurs propres moyens de production
- Réseau de distribution au sein des vallées mais pas d'interconnexion électriques entre vallées

Enjeux

- Risques sécurité exploitation (personnels non habilités, risques électriques immédiats sur certains ouvrages, volet sécurité-environnement)
- Consommation spécifique des groupes élevés sur plusieurs vallées
- Remise en service des centrales hydroélectriques



Analyse du système électrique actuel

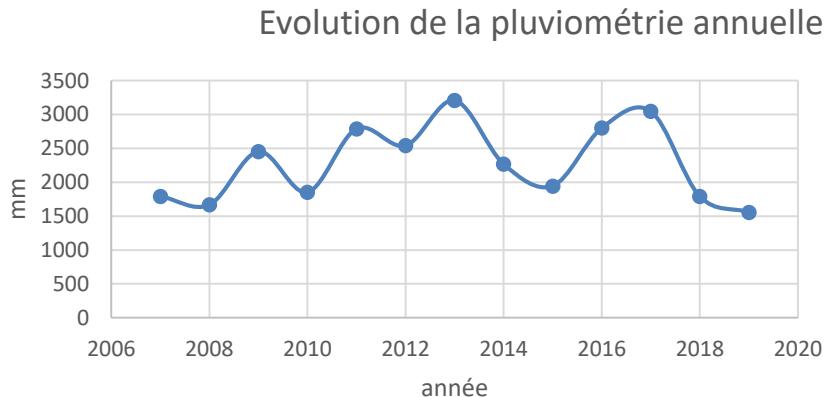
Problématiques d'exploitation rencontrées

- Un réseau électrique vétuste avec des besoins de renouvellement à hauteur de (estimation EcoWatt-Juillet 2019):

OMOA	HANAVAVE
Réfection totale du réseau HTA (yc remplacement transformateur)	2/3 des poteaux à remplacer
Reprise part importante du réseau BT	1500 ml de câbles à remplacer
Reprise de l'éclairage public	Réhabilitation du réseau éclairage public (luminaires à changer et coffret commande à remplacer)
Montant des travaux 60 MFCP	Montant des travaux 34 MFCP
Ouvrage de production hydroélectrique vétuste :	Centrale hydroélectrique nécessitant intervention technicien expert pour remise en service
Conduite d'amenée à remplacer (70,5 M FCP – Prix des fournitures uniquement, pose assurée par la commune)	Coût de remise en état à chiffrer mais a priori relevant de la maintenance d'exploitation
Diagnostic turbine à réaliser avec peut être remplacement nécessaire roue et alternateur (110,5 M FCP hors coût réfection étanchéité du bassin de mise en charge)	
Montant des travaux 181 MFCP	
TOTAL : 241 Millions de FCP HT (Réseau et centrale)	TOTAL : 34 Millions de FCP HT (Réseau)

Pour un investissement global de 275 millions de FCP HT

Analyse Hydrologie



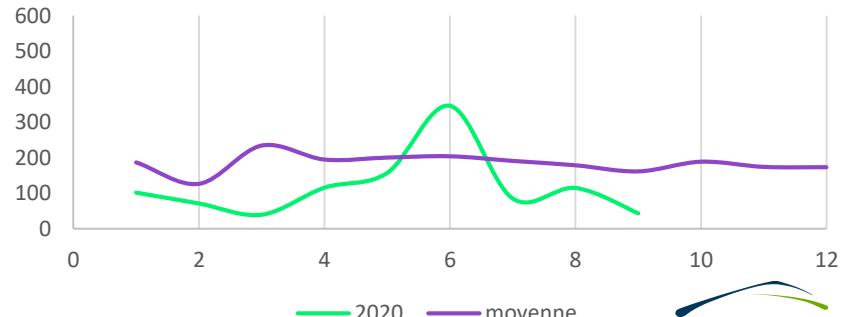
Base :

- Mesure Méteo France pluviométrie vallée Hanavave
 - Base station type 4
- Etude hydrologique – Vai-Natura SAS de 2013 :
 - Corrélation pluie – débit avec temps de réaction de 30 à 40 min

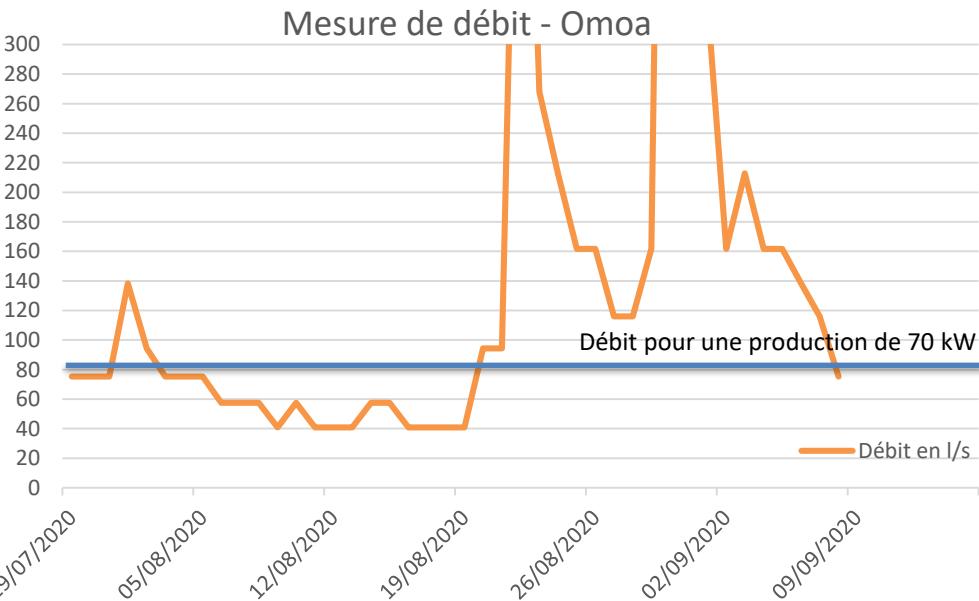
Conclusion

- Pas de tendance à la hausse ou la baisse de la ressource en eau mais années 2016 et 2017 exceptionnelle d'un point de vue eau
- Pas de saisonnalité marquée

Pluviométrie mensuelle



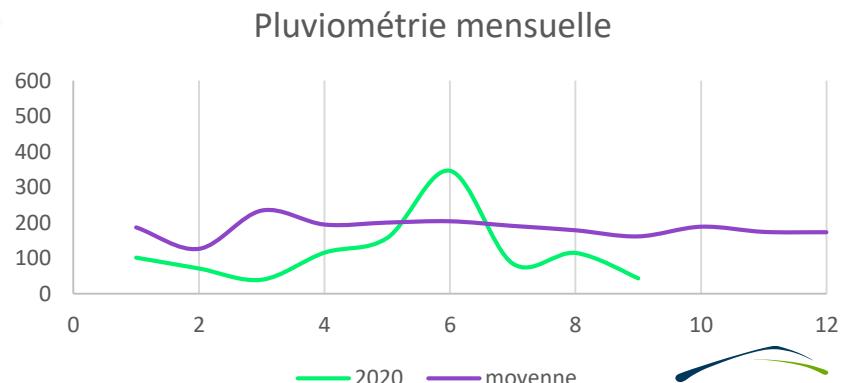
Analyse Hydrologie



Mesure des débits au niveau de la prise d'eau de Omoa sur la période Août – Septembre 2020

Conclusion

- Mesures réalisées sur une période de faible pluviométrie
- 50 % des jours avec débit insuffisant pour alimenter seul la vallée
- Durée insuffisante pour conclure => besoin de continuer les mesures périodiques



Projets pouvant impacter l'évolution de la demande

Projets engagés:

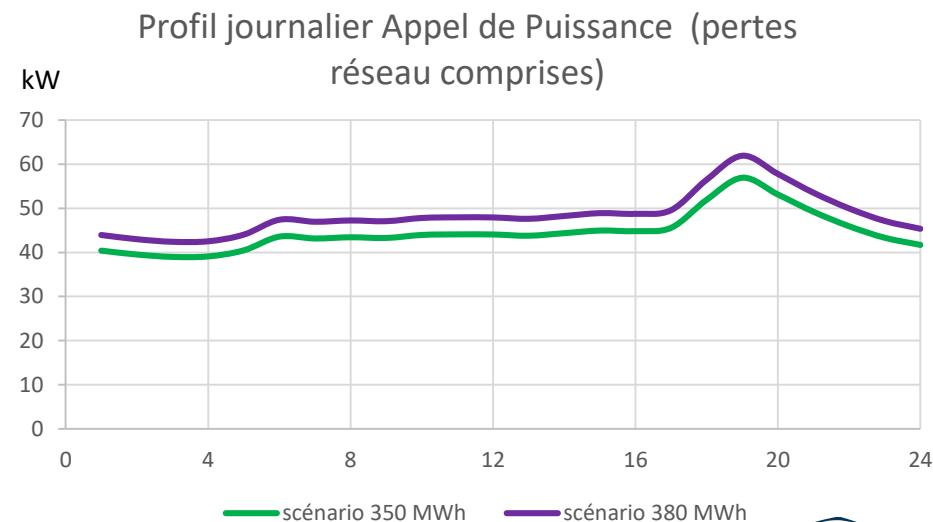
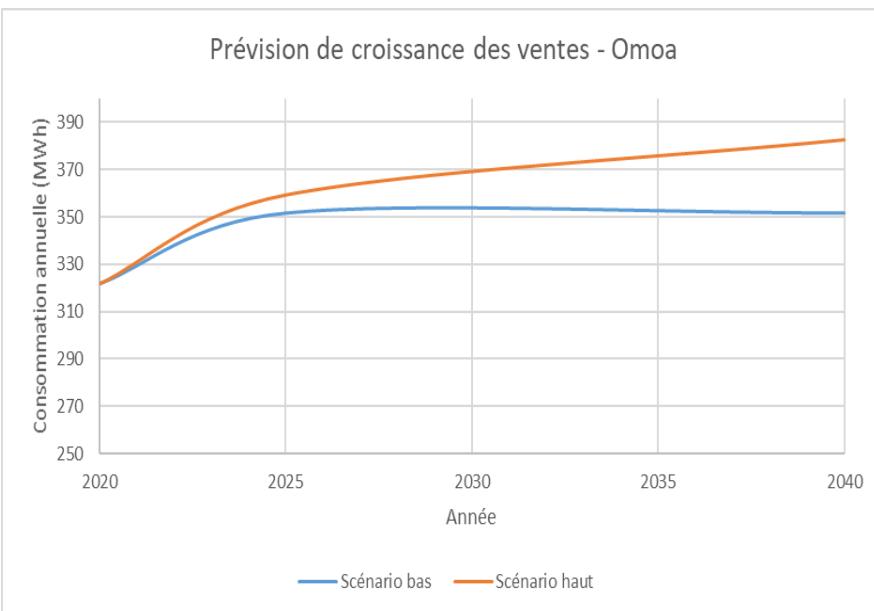
- Sur Hanavave :
 - Mise en service du CJA (Centre Jeune Adolescent), avec des équipements tels que meuleuse, scie agrume, etc. : on considère une consommation de 25kWh/jour (l'équivalent de 5 foyers), soit 9.1MWh/an.
 - Chambre froide sur les quais pour développement des activités de pêche : chambre froide froid positif et négatif de 6m³ : on considère une consommation journalière de 30kWh, soit 11MWh/an.
- Sur Omoa :
 - Programme OPH : 30 logements sont prévus sur les 3 années à venir. On considère une augmentation de la consommation de 38MWh/an.
 - Remplacement des sources SHP 70 ou 125W sur le réseau d'éclairage public par LD 58W (48 points d'éclairage) : l'économie d'énergie prévue est de l'ordre de -8.8MWh.

Scénario d'évolution de la demande

Vallée de Omoa

Scénario tendanciel, prenant en compte les projets retenus et considérant du reste que la consommation à l'échelle de l'île reste stable. Il inclut l'hypothèse que la consommation moyenne par foyer se stabilise à 170 kWh/foyer

Scénario haut prenant en hypothèse les projets retenus et ajoutant une augmentation de la consommation domestique équivalente à l'augmentation de la population, soit +0,6%/an.



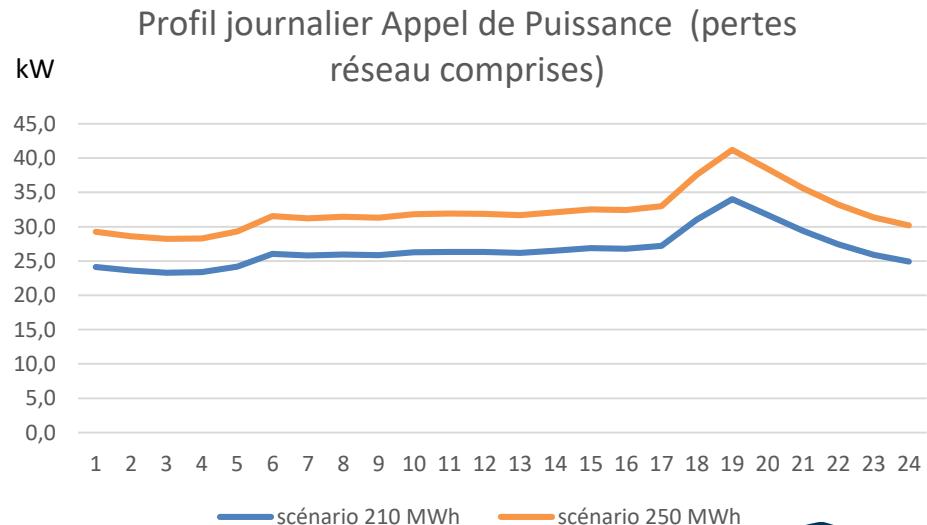
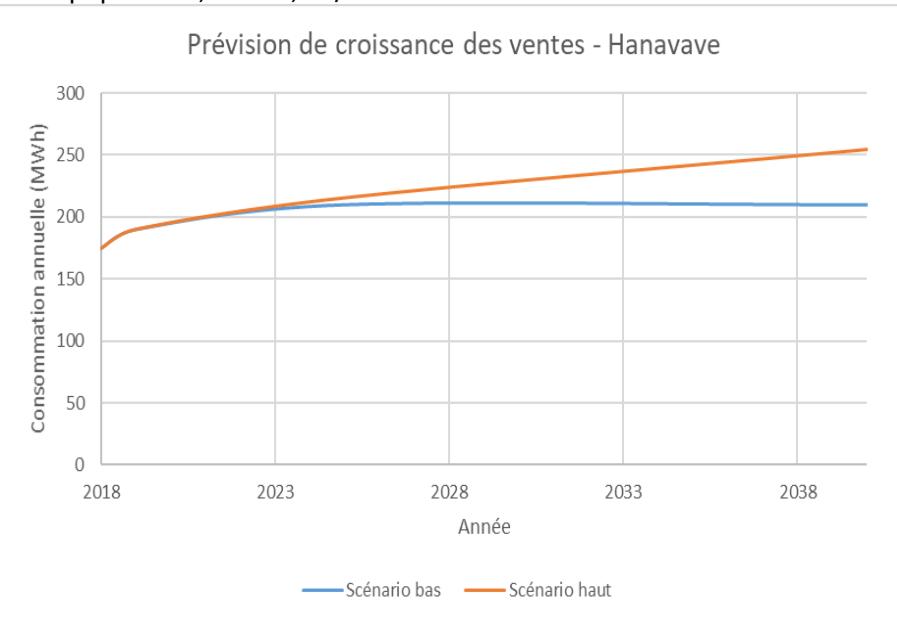
Hypothèse de pertes réseaux (technique et commerciale) : 10 %

Scénario d'évolution de la demande

Vallée de Hanavavé

Scénario tendanciel, prenant en compte les projets retenus et considérant du reste que la consommation à l'échelle de l'île reste stable. Il inclut l'hypothèse que la consommation moyenne par foyer se stabilise à 170 kWh/foyer

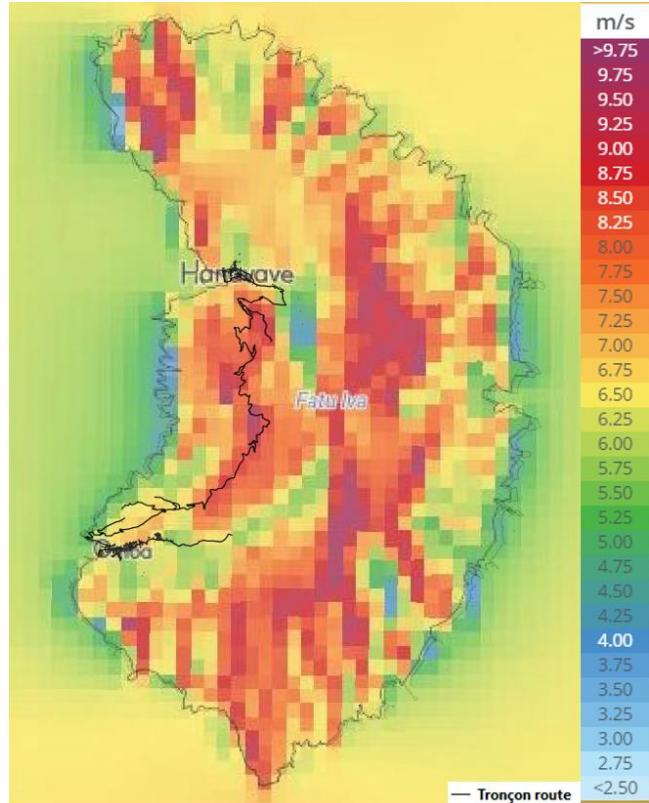
Scénario haut prenant en hypothèse les projets retenus et ajoutant une augmentation de la consommation domestique équivalente à l'augmentation de la population, soit +0,6%/an.



Hypothèse de pertes réseaux (technique et commerciale) : 10 %

Analyse des potentiels ENR

Eolien



Un potentiel éolien mais trop éloigné des vallées pour être économiquement accessible

Analyse des potentiels ENR

Solaire

Hypothèses

- Visite des sites communaux pour identifier toitures favorables
- Compléments Base de données Topo

Potentiel retenu Omoa

		Surface toiture brute	Surface installable PV
Bâtiment de service public	Mairie d'Omoa et bâtiments annexes	~350 m ²	350 m ²
Bâtiment d'enseignement ou de formation	Ecole primaire d'Omoa	~2300 m ²	1 600 m ²
Bâtiment divers			
TOTAL		~2 650 m²	~1 950 m²
Potentiel solaire installable Hypothèse de 170 Wc/m ²			~ 330 kWc

Potentiel retenu Hanavave

		Surface toiture brute	Surface installable PV
Bâtiment de service public	Mairie de Hanavave Office des postes et des communications	~100 m ²	100 m ²
Bâtiment d'enseignement ou de formation	Ecole primaire de Hanavave	539 m ²	539 m ²
Bâtiment divers	Salle communale Halle	300 m ²	300 m ²
TOTAL		~1 500 m²	~ 900m²
Potentiel solaire installable Hypothèse de 170 Wc/m ²			~ 153 kWc

Détail des scénarios étudiés - Omoa

Scénario Tendanciel	Scénario Haut
<p>Demande stable avec prise en compte projets engagés et augmentation de la demande pour atteindre une consommation de 170kWh/mois.foyer 350 MWh à 20 ans</p> <ul style="list-style-type: none">• Investissement pour remise en service centrale hydroélectrique de 150 kVA et complément par Potentiel Photovoltaïque toiture de 330 kWc• Comparaison avec coût d'une centrale hybride Photovoltaïque / Groupe Electrogène	<p>Hypothèse augmentation de la consommation proportionnelle à l'évolution de la demande 380 MWh à 20 ans</p> <ul style="list-style-type: none">• Investissement pour remise en service centrale hydroélectrique de 150 kVA et complément par Potentiel Photovoltaïque toiture de 330 Wc• Comparaison avec coût d'une centrale hybride Photovoltaïque / Groupe Electrogène
<p>Projets pris en compte :</p> <ul style="list-style-type: none">• Programme OPH : 30 logements sont prévus sur les 3 années à venir.• Remplacement des sources SHP 70 ou 125W sur le réseau d'éclairage public par LED 58W (48 points d'éclairage)	<p>Projets pris en compte :</p> <ul style="list-style-type: none">• Bâtiment frigorifique de 6m3 : consommation de 30kWh/jour• Second magasin : même consommation que le premier, c'est-à-dire 32,5 MWh/an soit 89kWh/jour

Détail des scénarios étudiés - Hanavave

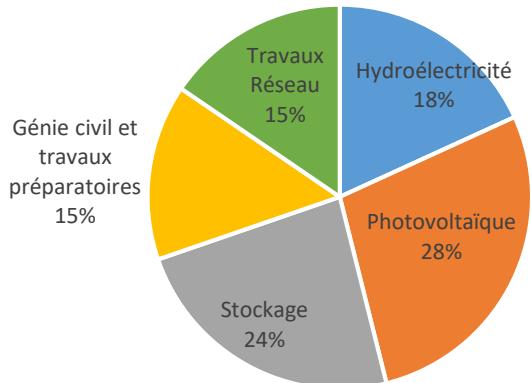
Scénario Tendanciel	Scénario Haut
<p>Demande stable avec prise en compte projets engagés et augmentation de la demande pour atteindre une consommation de 170kWh/mois.foyer 210 MWh à 20 ans</p> <ul style="list-style-type: none">Production par centrale hydroélectrique 70 kVAEt complément par Potentiel Photovoltaïque toiture de 150 kWc	<p>Hypothèse augmentation de la consommation proportionnelle à l'évolution de la demande 255 MWh à 20 ans</p> <ul style="list-style-type: none">Production par centrale hydroélectrique 70 kVAet complément par Potentiel Photovoltaïque toiture 150 kWc
<p>Projets pris en compte :</p> <ul style="list-style-type: none">Mise en service du CJAChambre froide sur les quais pour développement des activités de pêche	<p>Projets pris en compte :</p> <ul style="list-style-type: none">Fermeture de l'écolePompe : enjeu de maîtrise d'énergieProjet de mise à disposition de logement pour 10 familles

Scénario n°1 – Haut – Part ENR 100 %

Synthèse

- Mise en place de centrales hybrides couplant photovoltaïque et hydroélectricité
- Besoin de capacité de stockage pour pallier variabilité du solaire durant les périodes d'indisponibilité de l'hydro (sécheresse, pannes, maintenance)
- Investissement global de 678 000 kFCP

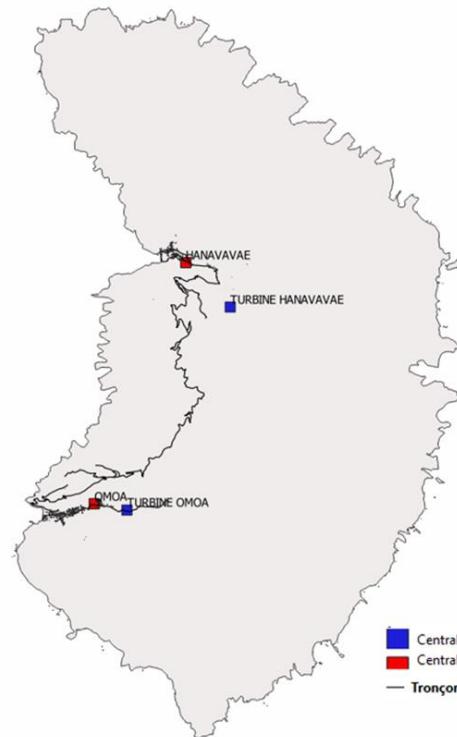
Part des investissements par poste en kFCP



Hanavavé

Hydroélectricité	70 kVA
Photovoltaïque	260 kWc
Batterie	1 120 MWh
GE	sans

*Part EnR : 100 %
Investissement 171 000kFCP*



Omoa

Hydroélectricité	150 kVA
Photovoltaïque	390 kWc
Batterie	1 660 MWh
GE	Sans

*Part EnR : 100 %
Investissement 413 000 kFCP*

Travaux Réseau

Investissement 94 000 kFCP

Détail Dimensionnement Technique

		<i>OMOA</i>	<i>HANAVAVE</i>	TOTAL FATU HIVA (OMOA et HANAVAVE)
Puissance minimale production hydroélectrique en saison sèche (kW)		0	0	0
<i>Moyens de production (kWél)</i>				
hydro		150	70	220
Photovoltaïque	<i>Sol</i>			
	<i>Bâtiment</i>	390	262	652
Stockage	kWh	1665	1120	2785
Groupes				
Electrogènes	kWél			
	Puissance cumulée installée (kW)	540	332	872
	Puissance maximale appelée (kW)	68	45	68
<i>Production annuelle (MWh/an)</i>				
hydro			0	0
Photovoltaïque	<i>Sol</i>	391	259	650
	<i>Bâtiment</i>			
Groupe électrogène		31	24	55
	consommation carburant (l)			
	Total Production annuelle (MWh/an)	422	283	706
	<i>Part EnR</i>	100%	100%	100%
<i>Consommation (MWh)</i>		380	255	635

Détail Analyse économique

	<i>OMOA</i>	<i>HANAVAVE</i>	TOTAL FATU HIVA (OMOA et HANAVAVE)
<u>Charges d'exploitation (CEX) en kFCP</u>			
<i>Production hydro</i>	2355	1099	3454
<i>Production Thermique</i>			
<i>Production Photovoltaïque</i>	936	629	1 565
<i>Stockage</i>	4 379	2 946	7 325
Durée de vie de la batterie	12	12	12
TOTAL CEX en kFCP	7 670	4 673	12 343
<u>Investissement annuel en kFCP</u>			
<i>Investissement moyens de production</i>			
Hydro	181 000		181 000
Photovoltaïque	<i>Sol</i>		
	<i>Bâtiment</i>	101 459	68159,3
Stockage		85 805	57825
		45 000	45000
Groupes Electrogènes			90000
Travaux Réseau	60 000	34000	94000
	Total Investissement (Hors réseau)	413 264	170 984
	Total Investissement	473 264	204 984
			584 248
			678 248
Prix du kWh produit FCP/kWh			
	81	58	72
LCOE FCP/kWh			
	118	76	101

Scénario n°1 – Haut – Comparatif des solutions

Résultats économiques Scénario 100 % EnR

En 2040	
Investissement Production	585 000 kFCP
Coût complet de production	72 FCP/kWh
<i>LCOE* (avec actualisation)</i>	101 FCP/kWh

Résultats économiques Scénario Actuel

En 2040	
Investissement Production	181 000 kFCP
Coût complet de production	34 FCP/kWh
<i>LCOE (avec actualisation)</i>	48 FCP/kWh

*LCOE = Levelized Cost of Energy calculé comme le ratio des investissement et de la somme des coûts d'exploitation actualisés divisés par la somme des productions actualisées (kWh) sur les 20 ans d'observation
Ne prend en compte les coût rénovation réseau et exploitation réseau

=> Un scénario 100 % EnR est techniquement faisable mais nécessiterait de mobiliser plus de toiture que les surfaces disponible sur les bâtiments publics identifiés

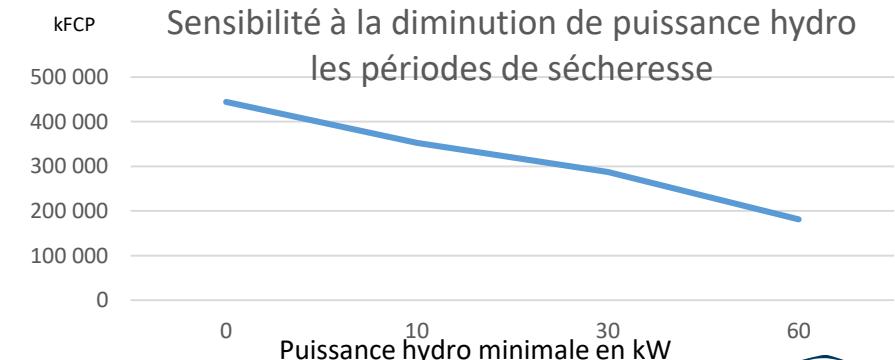
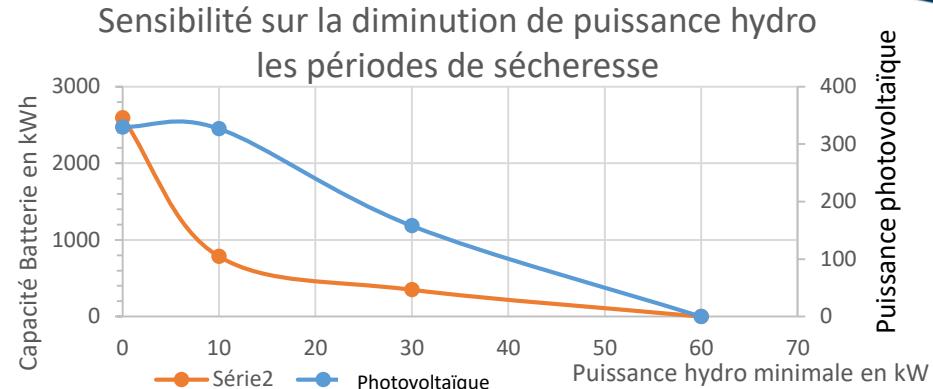
=> Un scénario 100 % EnR est économiquement très cher. La couverture des aléas de production hydroélectrique doit être réalisé avec une solution technique à faible CAPEX type groupe électrogène

Scénario n°1 – Haut – Part ENR 100 %

Sensibilité de l'investissement à la puissance minimale produite par la turbine hydroélectrique les mois de sécheresse

■ Etude de cas pour Omoa

- Besoin en investissement élevé pour atteindre l'autonomie énergétique avec un complément Photovoltaïque du fait faible taux d'utilisation du photovoltaïque
- Investissement qui évolue en fonction puissance minimale produite dans l'année par l'hydroélectricité



Prend en compte coût rénovation turbine + conduite

Comparaison technique des solutions techniques

		Hydroélectricité et photovoltaïque (sans limite PV)	Hydroélectricité et photovoltaïque	Production Hydroélectricité et photovoltaïque	Production Hydroélectrique et GE
Puissance minimale production hydroélectrique en saison sèche (kW)		0	10	30	60
Moyens de production (kWél)					
hydro		150	150	150	150
Photovoltaïque	<i>Sol</i>				
	<i>Bâtiment</i>	390	327	158	0
Stockage	kWh	1665	785	350	0
Groupes Electrogènes	kWél				80
	Puissance cumulée installée (kW)	540	477	308	230
	Puissance maximale appelée (kW)	68	68	68	68
Production annuelle (MWh/an)					
hydro		391	396	406	338
Photovoltaïque	<i>Sol</i>				
	<i>Bâtiment</i>	31	26	16	
Groupe électrogène					84
	consommation carburant (l)				26 178
	Totale Production annuelle (MWh/an)	422	422	422	422
	<i>Part EnR</i>	100%	100%	100%	80%
Consommation (MWh)		380	380	380	380

Comparaison économiques des solutions techniques

	Hydroélectricité et photovoltaïque (sans limite PV)	Hydroélectricité et photovoltaïque	Hydroélectricité et photovoltaïque	Production Hydroélectrique et GE
Puissance minimale production hydroélectrique en saison sèche (kW)	0	10	30	60
Charges d'exploitation (CEX) en kFCP				
Production hydro	2355	2355	2355	2355
Production Thermique	0	0	0	3 245
Maintenance	0	0	0	1 224
Carburant	0	0	0	2 021
Consommation carburant (l)				26 178
Production Photovoltaïque	936	785	379	0
Stockage	4 379	2 065	921	0
Durée de vie de la batterie	12	12	12	
TOTAL CEX en kFCP	7 670	5 204	3 655	5 600
Investissement annuel en kFCP				
Investissement moyens de production				
Hydro	181 000	181 000	181 000	181 000
Photovoltaïque				
Sol				
Bâtiment	101 459	85 069	41 104	0
Stockage	85 805	41 805	20 055	0
	45 000	45 000	45 000	0
Groupes Electrogènes				
Travaux Réseau	60 000	60 000	60 000	60 000
Total Investissement (Hors réseau)	413 264	352 874	287 159	181 000
Total Investissement	473 264	412 874	347 159	241 000
Prix du kWh produit FCP/kWh	53	46	35	34
LCOE FCP/kWh	65	65	52	48

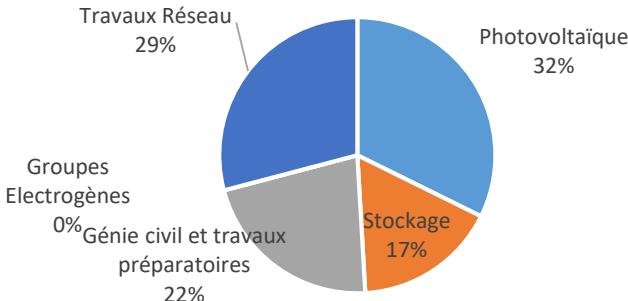
La comparaison est réalisée hors prise en compte des investissements réseau et coût d'exploitation réseau

Scénario n°1 – Haut – Etude d'une solution centrale hybride en alternative à la rénovation de turbine sur OMOA

Synthèse

- Mise en place de centrales hybrides couplant photovoltaïque et groupe diesel (Hors Hanavavé)
- En alternative à travaux remise en service turbine hydroélectrique
- Investissement global de 146 200 kFCP (206 203 kFCP avec rénovation réseau)

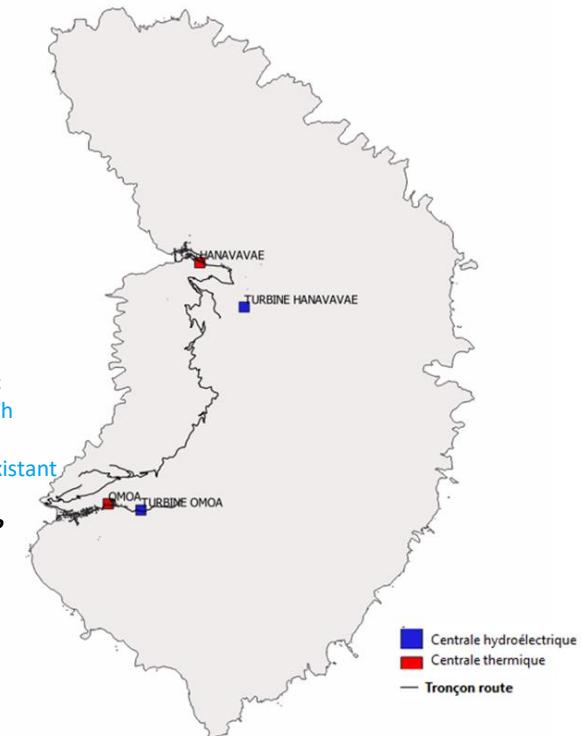
Part des investissements par poste



Omoa
Hydroélectricité
Photovoltaïque
Batterie
GE

0 kVA
256 kWc
641 MWh
2 x 120 kVA
60 kVA existant

Part EnR : 80%
Investissement 146 200 kFCP



Comparaison technique des solutions technique

		Production Hydroélectrique et GE	Centrale hybride		Production Hydroélectrique et GE	Centrale hybride
Moyens de production (kWé)				Charges d'exploitation (CEX) en kFCP		
hydro		150		Production hydro	2 355	
Photovoltaïque	<i>Sol</i>			Production Thermique	3 245	3 250
	<i>Bâtiment</i>	0	256			
Stockage	kWh	0	641	Maintenance	1 224	1 224
Groupes				Carburant	2 021	2 026
Electrogènes	kWé	80		Consommation carburant (l)	26 178	26 238
Puissance cumulée installée (kW)		230				614
Puissance maximale appelée (kW)		68		Production Photovoltaïque		1 686
Production annuelle (MWh/an)				336 Stockage		
hydro		338				
Photovoltaïque	<i>Sol</i>			Durée de vie de la		
	<i>Bâtiment</i>			batterie		
Groupe électrogène		84		TOTAL CEX en kFCP	5 600	5 550
	consommation					
	carburant (l)			Investissement annuel en kFCP		
		26 178	26 238	Investissement moyen de production		
	Totale Production			84 Hydro	181 000	
	annuelle			Photovoltaïque		66 598
	(MWh/an)	422		<i>Sol</i>		34 605
	<i>Part EnR</i>	80%		<i>Bâtiment</i>		45 000
				Stockage		
Consommation						
(MWh)				422 Groupes Electrogènes		
				Total Investissement (Hors réseau)	181 000	146 203
				Prix du kWh produit FCP/kWh	34	37
				LCOE FCP/kWh	48	49

Comparatif technique

La comparaison est réalisée hors prise en compte des investissements réseau et coût d'exploitation réseau

Comparatif économique

Scénario n°1 – Haut – Etude d'une solution centrale hybride en alternative à la rénovation de turbine sur OMOA

Pour Omoa

Mise en place d'une centrale hybride (80 %de part EnR) en alternative à la rénovation des ouvrages hydroélectrique :

- Solution technique possible sous réserve de mobiliser des surfaces de toiture en plus de celles publics identifiées
- Solution avec investissement et prix de l'électricité produite similaire à la solution actuelle hydroélectrique en prenant en compte les besoins d'investissement pour la rénovation de la centrale existante
- La différence se fait sur les durées d'amortissement des équipements (30 ans pour l'hydroélectricité et 25 ans pour la centrale hybride) et provision pour renouvellement des équipements (12 ans pour les batteries)

Conclusions

Un coût de production de l'électricité actuel qui n'est pas le reflet du coût réel car ne prend pas en compte les frais de personnel et les coûts d'amortissement (ou d'investissement nécessaire à maintenir la valeur de l'actif de production)

Dans le cas de Fatu Hiva, pas d'intérêt à développer le solaire sur bâtiment privé :

- la mise en place de photovoltaïque sur les bâtiments conduirait à substituer dans la majorité du temps la production photovoltaïque à la production hydroélectrique (qui serait quant à dissipée dans les résistances de régulation)

D'un point de vue économique, la solution hydroélectrique + GE est la plus intéressante :

- Enjeu de financement rénovation conduite et centrale hydro OMOA (181 000 kFCP)
- Enjeu de faire intervenir technicien expérimenté pour remise en service centrale Hydro Hananvavé
- Enjeu de financer travaux rénovation réseau (60 000 kFCP)

Pour OMOA, alternative d'une centrale hybride est une solution économique proche de la solution hydroélectrique. Mais nécessitera développement de compétence d'exploitation spécifique difficile à envisager à l'échelle seulement de Fatu Hiva.

Conclusions

Concession de Fatu Hiva probablement peu attractive si le concessionnaire doit porter les coûts d'investissement réfection réseau et production sur Omoa

■ Enjeux – Besoin de capacité de financement

- Facturation de l'ensemble de l'énergie consommée (Qualité de comptage et facturation des usages communaux) pour permettre de disposer des moyens économiques pour l'entretien du réseau et le portage des investissements
- Besoin de subvention ou d'utiliser le mécanisme de péréquation tarifaire pour permettre trouver levier de financement des investissements