



15

GRANULATS, INDUSTRIE, ENERGIE, TRANSPORTS

15 GRANULATS, INDUSTRIE, ENERGIE, TRANSPORTS

GRANULATS

L'approvisionnement en granulats constitue une problématique majeure de la construction dans les îles de Polynésie. L'extraction de granulats compte parmi les sources les plus importantes de dégradation de l'environnement polynésien. Elle concerne le prélèvement du sable dans les lagons, du corail sur les récifs, des alluvions dans les rivières, de la roche dans les carrières terrestres. Depuis quelques années, les extractions terrestres sont majoritaires devant les extractions en rivières puis en mer.

RESSOURCES ET BESOINS

L'exploitation de carrières terrestres n'est possible que sur les îles hautes, pour des raisons géologiques évidentes. C'est également sur ces îles que les rivières sont suffisamment importantes pour permettre l'exploitation de leurs matériaux. Dans les îles basses et les atolls, c'est le corail qui représente la principale ressource.

Les pouvoirs publics s'efforcent de réorienter l'extraction sur l'exploitation de roches massives, dans le domaine terrestre, moins préjudiciable pour l'environnement.

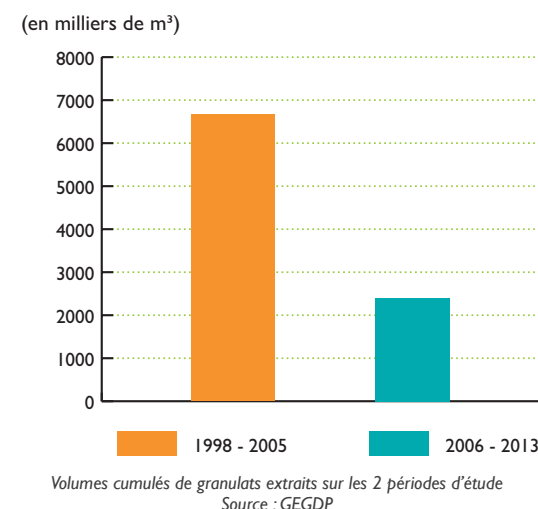
Il est difficile d'estimer les volumes réellement extraits, car il existe un fort décalage entre les autorisations délivrées et les volumes extraits. Le GEGDP ne dispose que de quelques agents pour tout le Territoire, dont 3 assermentés pour Tahiti.

Aux Iles sous le Vent et à Moorea, un schéma général d'exploitation des granulats avait été réalisé en 1987. Ce document dressait un inventaire exhaustif des sites exploités et préconisait des orientations tant techniques qu'administratives pour les exploitations futures. Depuis ce schéma, le suivi de l'activité d'extraction des granulats marins n'a pas donné lieu à un nouveau bilan détaillé. Un rapport d'analyse de l'activité extractive a été réalisé pour le compte du GEGDP en 2006, permettant d'établir un profil global de l'évolution de l'activité.

En partie réactualisé en 2010, le schéma directeur d'exploitation des granulats marins aux Iles Sous le Vent a identifié les besoins en matériaux type soupe de corail à l'horizon 2015 (Créocéan, 2010) :

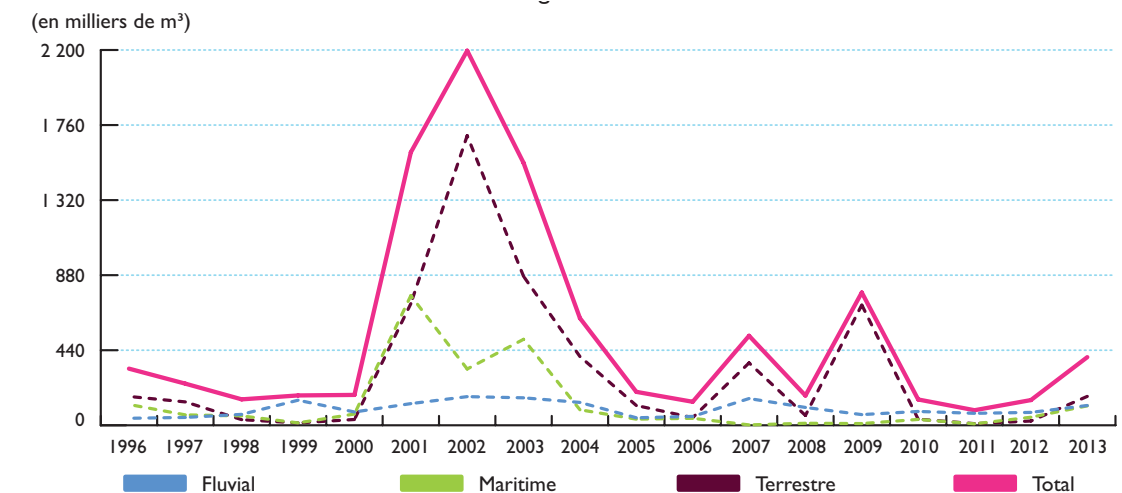
- Tahaa : 60 000 à 100 000 m³
- Huahine : 20 000 à 50 000 m³
- Raiatea : environ 5 000 m³

La période 2006-2013 a vu une diminution par 2,7 des volumes extraits, comparé à la période précédente (1998-2005). En effet, les grands travaux réalisés de 2001 à 2003 ont été très demandeurs en matériaux. Cependant, les années à venir pourraient être extrêmement gourmandes en matériaux en raison de très gros projets à l'étude.

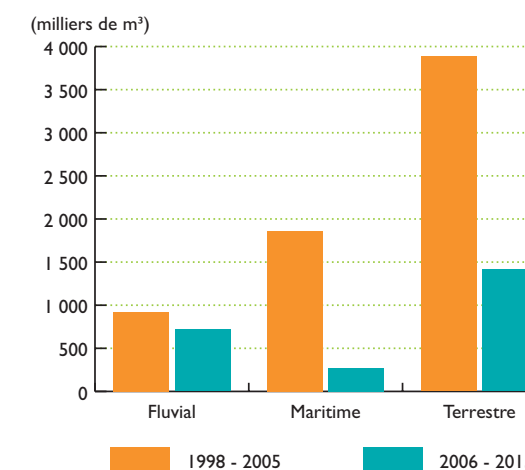


Entre 1998 et 2005, ce sont 6,66 millions de m³ de granulats qui ont été extraits, avec une moyenne annuelle de 278 000 m³. Les années 2001 à 2003 ont vu les besoins exploser principalement à cause des grands chantiers publics (aéroport, programme de bitumage, ports, projets hôteliers). Au fil des années, la ressource terrestre est devenue majoritaire, représentant 60 % du total sur la même période. La décennie précédente, c'étaient les matériaux d'origine maritime qui étaient majoritaires (45 % sur la période 1989-1993). De 2006 à 2013, 2,4 millions de m³ de matériaux ont été extraits, portant la tendance à une très nette diminution (-64 %) et la moyenne annuelle à 100 000 m³.

De grands projets sont à l'étude concernant des aménagements touristiques à Tahiti et Moorea, qui, s'ils voient le jour, seront extrêmement demandeurs en granulats. Par exemple, le projet Mahana Beach à Raiatea, qui prévoit un remblai de plus de 20 ha sur le bord de mer, nécessitant près de 3,6 millions



Les extractions de granulats de 1996 à 2013 - Source : GEGDP



La part des différentes extractions de granulats sur les périodes 1998-2005 et 2006-2013 - Source : GEGDP

LA RÉGLEMENTATION

Toute demande d'extraction de matériaux coralliens dans les lagons ou de matériaux de rivière est soumise à permis. La demande est instruite par le GEGDP. D'autre part, l'acquisition d'une autorisation d'occupation du domaine public maritime (DPM) est un préalable indispensable avant toute opération d'extraction sur le DPM. Ces autorisations sont instruites par les Affaires Foncières. Le Code de l'environnement et son Titre 3 « Evaluation de l'impact des travaux, activités et projets d'aménagement sur la protection de l'environnement », indique les seuils selon lesquels un projet d'extraction sur le domaine public fluvial ou maritime est soumis à étude d'impact ou notice d'impact :

Etude d'impact	Notice d'impact
Au-dessus de 5 000 m ³	De 1 000 à 5 000 m ³

de m³ de matériaux, avec au moins 100 000 m³ de sable blanc pour les plages...ces volumes représentent plus du total des extractions réalisées sur les 7 dernières années. Trouver les matériaux sera la gageure de ce projet, sans compter qu'il faudra également des matériaux pour les autres projets, et pour l'entretien courant des routes et autres constructions.

LES MATÉRIAUX CORALLIENS

Dans une grande majorité, les matériaux issus de l'extraction sur le platier récifal, sont utilisés pour la réalisation d'aménagements d'utilité tels que les infrastructures routières (principalement), portuaires, et pour la réalisation de bâtiments. Ils constituaient jusqu'aux années 70 pratiquement la seule source de matériaux du territoire. Ponctuellement, ces matériaux peuvent être destinés à la réalisation de projets privés, et bien que ne disposant pas de données chiffrées quant au tonnage utilisé, cela reste anecdotique au regard de la demande publique.

Les matériaux d'origine marine constituent environ 11 % des granulats extraits sur la période 2006-2013 alors que leur part était de près de 30 % sur la période précédente. Dans les Tuamotu, le matériau corallien est le seul existant et les extractions sont très mal contrôlées.

En 2009, 5 sites étaient encore en activité ou en fin d'activité dans les Iles Sous le Vent, à Tahaa, Huahine et Raiatea. La superficie concernée par les extractions est d'environ 140 ha sur ces 3 îles.

L'exploitation de la soupe de corail a été réalisée de manière relativement anarchique en répondant principalement au besoin de proximité entre la zone d'utilisation des granulats et la zone d'extraction. Il en résulte un mitage du récif frangeant. Aux vues des préoccupations de l'environnement et des usages, il apparaît aujourd'hui difficilement envisageable d'ouvrir de nouveaux sites d'extraction. Différentes possibilités sont envisageables pour répondre aux futurs besoins en matériaux : l'approfondissement des casiers existants, l'extension de sites encore en activité ou l'enlèvement des chemins de drague. Si cette dernière solution peut poser des contraintes (crainte de l'érosion de la côte, difficulté d'accès, impacts environnementaux), elle apparaît comme la meilleure solution puisque ces chemins constituent une réserve de granulats non négligeable et qu'ils auraient dû être retirés.



L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les techniques d'extraction anciennement utilisées, par pelles mécaniques, directement sur les platiers frangeants, ont détruit des surfaces considérables de récif frangeant, sans commune mesure avec les volumes extraits. Dans les îles sous le Vent, le problème est particulièrement grave, car les extractions se faisaient sur la pente externe, la plus riche du récif.

Les impacts de l'activité extractive de matériaux coralliens sur les récifs frangeants sont de différentes natures (Créocéan, 2009) :

Destruction du milieu et appauvrissement biologique : l'impact direct sur les récifs coralliens est la destruction complète du récif frangeant au niveau de la surface exploitée, qui est remplacée par une excavation dont le fond de vase fine est impropre à la vie. La drague en avançant sur le récif et en ramenant les matériaux, modifie la nature du substrat. Initialement dur, il devient sablo-vaseux, interdisant la fixation future des larves de madrépores et la recolonisation corallienne. Les espèces de poissons inféodées aux récifs coralliens disparaissent à leur tour. Le récif frangeant, directement accolé à la côte, joue un rôle particulièrement important comme zone de frayère et de nurserie pour de très nombreuses espèces de poissons, dont bon nombre d'espèces d'intérêt commercial. Le recrutement des juvéniles de poissons est largement conditionné par la présence et le bon état de santé de ces récifs frangeants. Les organismes qui peuvent se déplacer (en particulier les poissons) fuient la zone dégradée et l'on assiste à de profondes modifications des communautés récifales. La surface concernée par cette dégradation indirecte a été évaluée entre 2,5 et 3 fois la surface du site d'exploitation, soit entre 70 et 100 ha pour la seule île de Moorea.

Modification morphologiques : selon le type d'exploitation (casier, linéaire), on assiste à la formation de cuvettes souvent entourées de chemins de drague, ou de chenaux. Dans les deux cas, la morphologie est largement modifiée et concourt à la perturbation du schéma hydrodynamique de la zone (fonctionnement des courants et de l'agitation). De plus, cette modification entraîne une diminution des défenses côtières et favorise l'érosion littorale.

Turbidité : Le plus souvent, les zones draguées se situent en eaux calmes où les courants sont trop faibles pour entraîner les particules en suspension. Les matériaux les plus fins sédimentent parfois sur le fond mais sont remis en suspension à la moindre agitation de l'eau. Des nuages turbides enveloppent les colonies coralliennes du voisinage et provoquent leur étouffement ou leur ensevelissement en cas de sédimentation des particules. Cela s'accompagne de l'asphyxie des animaux sessiles ou piégés dans les anfractuosités des colonies. Lorsque les particules en suspension sont reprises par des courants, la sédimentation qui en résulte envase alors une zone plus étendue. Du fait d'une granulométrie très fine, les particules issues des dragages ont une capacité de colmatage accrue des polypes coralliens. Cette turbidité associée aux travaux de dragage a été constatée

plusieurs années après les phases d'exploitation. La mise en place d'un écran géotextile ceinturant la zone à draguer fait partie des mesures compensatoires préconisées par les études d'impact obligatoires avant travaux. La mise en œuvre de ces écrans est néanmoins délicate et ils nécessitent un pompage des fines en fin de chantier, ce qui est rarement réalisé, leur efficacité reste donc limitée.

Paysages, notamment sous-marins : L'exploitation de la soupe de corail nécessite la mise en place de chemins de drague, réalisés à partir des matériaux extraits. Ces chemins permettent à la drague et aux camions de circuler autour de la souille d'extraction et ils modifient très significativement le paysage. Ces modifications sont d'autant plus importantes lorsque les chemins sont maintenus à la fin de la période d'exploitation, ce qui est très souvent le cas. La végétation s'installe et modifie encore une fois le paysage et la perception du lagon depuis le littoral. Le paysage sous-marin est également modifié très profondément avec la présence des souilles sur les récifs. L'aspect des souilles, dépourvues de vie et recouvertes de fines particules, bouleverse totalement le paysage sous-marin du récif frangeant.



Extraction de matériaux coralliens à Raiatea.

Copyright : F. Seguin

Santé avec le développement de foyers ciguatériques : La ciguatera est une intoxication alimentaire causée par la consommation de poissons des milieux coralliens littoraux et océaniques, en parfait état de fraîcheur et d'ordinaire comestibles. L'agent causal de la ciguatera est une micro-algue benthique, du groupe des dinoflagellés, appelée *Gambierdiscus*. On la trouve de préférence parmi les macro-algues colonisant les substrats coralliens morts, où elle prolifère massivement de manière épisodique. Elle est en outre capable de synthétiser des composés extrêmement toxiques, appelées ciguatoxines, qui viennent s'accumuler dans les chairs et les viscères des poissons herbivores et carnivores inféodés à la zone de floraison de cette micro-algue. Comme de nombreuses toxines naturelles et artificielles, la ciguatoxine s'accumule dans les organismes et sa concentration augmente au fur et à mesure que l'on monte les échelons de la chaîne alimentaire, selon le principe de la biomagnification. Parmi les 400 espèces potentiellement infectées, les grands poissons prédateurs comme le barracuda, la murène, le mérou ou encore les carangues sont les plus susceptibles de provoquer un empoisonnement. Les surfaces coralliennes dégradées par les extractions sont progressivement recouvertes par des gazons algaux constituées de macroalgues sur lesquelles vont à leur tour proliférer les

microalgues responsables de la ciguatera. On estime que le délai entre la perturbation du milieu corallien et l'apparition des efflorescences algales est de l'ordre de six à huit mois.

LA RÉHABILITATION DES SITES

Il est possible de procéder à une restauration physique puis biologique des anciens lieux d'extraction. Des expériences ont déjà été menées à la pointe Tepee de Moorea et sur les ultimes récifs frangeants de Papeete. Cependant, ces réhabilitations ne sont pas toujours possibles et restent coûteuses. La transplantation de coraux ne devrait être envisagée qu'en absence de potentiel de repeuplement naturel après restauration physique.

Cette restauration peut être motivée par différents intérêts, tels que :

- L'amélioration des qualités paysagères du site.
- La remise en état de la qualité de l'environnement (qualité des eaux, repeuplement en coraux puis poissons).
- Réappropriation du récif frangeant par les riverains et usagers du lagon, notamment pour les activités de loisirs (pêche, baignade...).

Les techniques de réhabilitation d'anciennes souilles d'extractions peuvent être multiples et doivent être adaptées selon les cas. Il n'existe pas de méthodologie générale applicable à tous les sites. Les techniques à employer dépendent des caractéristiques du site et des objectifs visés. Une étude préalable de faisabilité est donc indispensable avant de s'engager dans toute réalisation. Deux domaines sont intimement liés dans la réhabilitation d'un site : la réhabilitation du milieu physique littoral (accès, terre-plein, chemins de drague, fonds de la souille, courants, agitation etc...) et la réhabilitation biologique, qui concerne les peuplements vivants du lagon.

Des études ont été menées sur Moorea afin de déterminer les lieux d'exploitation susceptibles d'être restaurés (Fauchille, 2003-2004) puis dans les Îles Sous le Vent (Créocéan, 2009). A ce jour, aucun site n'a fait l'objet d'une réelle réhabilitation et de très nombreux chemins de drague et anciennes souilles d'extractions sont visibles tout autour des îles.

LES SABLES

Les sables lagonaires sont principalement destinés à la construction de plages artificielles, particulièrement pour les complexes hôteliers, et à l'entretien des plages existantes, naturelles ou non. Le sable blanc est également utilisé lors des cérémonies de La Toussaint en novembre pour décorer les tombes dans les cimetières.

Des études d'impact, des estimations de stocks ont été menées à Moorea, Tahiti, Bora Bora principalement, avec des indications de priorité de préservation face aux besoins de matériaux pour le développement. Dans un premier temps, ces études ont contribué à limiter le nombre de zones d'extraction puis à sélectionner les moins dommageables pour l'environnement. Conjointement des études écologiques et technologiques ont permis de proposer des

méthodes d'extraction moins dommageables. La méthode utilisée est artisanale : les extractions de sable ne sont réalisées que manuellement (à la pelle) dans une très faible profondeur d'eau. Ces extractions sont très ponctuelles et les volumes autorisés par demande d'exploitation ne peuvent dépasser 100 m³.

L'île de Bora Bora a été très demandeuse de sable lors de la construction d'hôtels, particulièrement dans les années 2000-2004 pendant lesquelles plus de 220 000 m³ ont été extraits (160 000 m³ pour un seul projet hôtelier). En 2004, une étude avait estimé les besoins en sable pour l'île de Bora Bora pour les années à venir (Carex, 2004) : il faut compter environ 20 000 m³ par nouveau projet hôtelier tandis que les besoins de maintenance des plages d'hôtels et des plages publiques sont d'environ 10 000 m³/an. Cependant, sur les quelques années où les chiffres d'extraction sont suffisamment précis pour décompter la part de sable extraite à Bora Bora (2007 à 2011), seul 2 750 m³ ont été extraits, soit une moyenne de 550 m³/an.

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les principaux impacts environnementaux ayant trait à l'exploitation d'un gisement de sable en milieu lagonaire sont :

- Destruction des biotopes sableux, d'herbiers, d'algues, de gisements de Pinna muricata, d'autres mollusques et de pâtes coralliennes.
- Modification du paysage sous-marin. Aspect chaotique en plongée mais aussi depuis le littoral.
- Formation de zones pièges pour sédiments fins ou macro-déchets (en cas d'exploitation en souille ou en cratères).
- Risques de mise à nu des formations coralliennes sous-jacentes au gisement de sable pouvant induire : érosion, déstabilisation dans les zones de pente, développement de ciguatera.

LES MATÉRIAUX TERRESTRES

Dans un souci de préservation, l'exploitation de roches massives a progressivement pris le pas sur les autres sources de granulats, en devenant la première source depuis 2001. Les extractions terrestres représentent 60 % du total des extractions depuis 1998.

Compte tenu de la nature des îles, l'exploitation terrestre n'est pas toujours possible ou souvent à



Extraction de matériaux terrestres à Huahine.

Copyright : F. Seguin



LES PRESSIONS ET LES ACTIVITÉS HUMAINES

15 GRANULATS, INDUSTRIE, ENERGIE, TRANSPORTS

des coûts très élevés, aussi les extractions marine et fluviale se poursuivent.

En 2010, une étude a été réalisée sur l'opportunité d'ouverture de carrières de roche massive à Tahiti (A2EP, 2010), 2 sites ont alors été identifiés (vallées de la Tirahi et la Taharuu) comme présentant les meilleurs gisements exploitables. Toutefois, c'est dans la vallée de la Punaruu qu'une carrière terrestre va bientôt voir le jour.

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Au regard de l'exploitation marine et fluviale, l'impact environnemental de l'exploitation terrestre est moindre. Il n'est pas nul cependant : bruit, poussière, compactage des sols, ruissellement, érosion, sédimentation terrigène... Ces éléments peuvent avoir un impact sur la faune, la flore, le paysage, les cours d'eau et la nappe phréatique.

LES GRANULATS DE RIVIÈRE

L'exploitation des granulats de rivière a plus que doublé depuis 2006, passant de 51 122 m³ à 116 032 m³. Les volumes extraits sur la période 2006-2013 (718 000 m³) restent toutefois inférieurs à ceux exploités sur la période 1998-2005 (923 000 m³). Alors qu'ils ne représentaient que 14 % du total des granulats extraits, ils en représentent 30 % depuis 2006. Sur Tahiti, les principaux sites d'extractions de situent dans les vallées de la Papenoo et de la Punaruu.



Extraction en rivière à Tahiti.

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les extractions conduisent ou amplifient les phénomènes **d'érosion**. Les érosions se manifestent sur le lit du cours d'eau, par érosion régressive et progressive, ainsi que sur les berges. Mais l'érosion la plus importante concerne le littoral dépendant de la cellule sédimentaire liée à la rivière. Par exemple la rivière Papenoo fait l'objet de très nombreuses extractions, autant de matériel sédimentaire qui est soustrait à la rivière et ne viendra plus recharger les plages. En effet, les plages de couleur foncée (donc issues de l'érosion de roches d'origine volcanique) sont alimentées par les apports de rivières. Une importante étude menée de 2007 à 2010 sur les conséquences des extractions de sable dans la Papenoo sur la stabilité

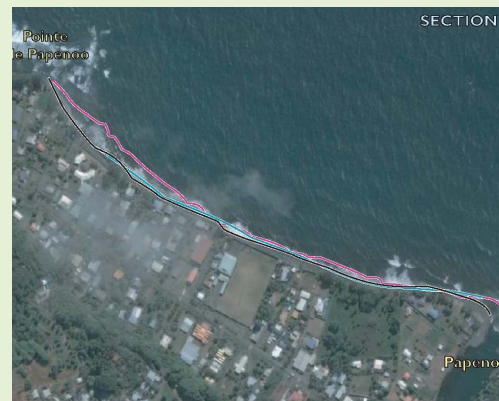
du littoral a mis en évidence ce phénomène (Créocéan, 2010, voir encadré). A titre d'exemple, le volume de sédiment extrait à l'embouchure de la rivière Papenoo entre 1983 et 2006 a été comparé au taux naturel d'érosion de la rivière. Ce volume (743 229 m³) représente environ 3 ans d'érosion, soit 13 % du volume de sédiment libéré par l'érosion de la Papenoo.

CONSÉQUENCE DES EXTRACTIONS DE SABLE DANS LA PAPENOO SUR LA STABILITÉ DU LITTORAL

Le littoral de la Papenoo a subi d'importantes modifications depuis les années 80, concomitantes à l'essor de l'urbanisation, à l'aménagement des vallées et cours d'eau, ainsi qu'aux activités d'extractions de matériaux. Ces modifications ont conduit à un recul général du trait de côte, particulièrement prononcé jusqu'au milieu des années 90, les années 2000 étant marquées par une stabilisation relative du processus de recul.

Le secteur compris entre le débouché de la Papenoo et la Pointe Tapahi est dépendant de l'approvisionnement en sédiments par l'estuaire de la Papenoo ; tandis que le secteur plus au nord (entre la Pointe Tapahi et la passe Maahonu) est susceptible d'être alimenté par d'autres sources (Taouuo et Ahonu). Ainsi, l'extraction de matériel sédimentaire de la vallée de la Papenoo (en particulier au niveau du débouché de la Papenoo) aura surtout un impact sur les plages environnantes (avant la Pointe Tapahi) ; et ceci d'autant plus que les conditions hydrodynamiques (associés à une houle d'est) plus forte au sud ont tendance à s'estomper vers le nord (phénomène de diffraction). Les plages de cette zone ont connu un fort recul.

D'autre part, on notera que les barrages fluviaux réalisés sur la rivière Papenoo, doivent sensiblement contribuer au déficit de charge sédimentaire constaté, se traduisant par une érosion du littoral. L'analyse quantitative de l'impact de ces barrages pourrait s'avérer un élément important des processus de forçage de l'érosion des plages du fait la réduction des apports.



Superposition des lignes de déferlement de 1984 à 2005 sur le littoral de Papenoo - Source : Créocéan 2010

Rejets de matières en suspension (M.E.S.)

L'impact des extractions relatif aux matières en suspension (MES) est très important, du point de vue quantitatif. L'augmentation de la turbidité de l'eau varie selon la teneur des alluvions en fines particules et selon le mode

d'exploitation. Sur le plan qualitatif, les teneurs élevées de MES sont susceptibles d'aggraver les phénomènes d'eutrophisation, perturbant l'activité photosynthétique et la croissance des végétaux. L'impact sur la flore entraîne une diminution du peuplement d'invertébrés. Il en résulte un appauvrissement des peuplements de poissons. De fortes teneurs en MES peuvent exercer une action colmatante sur les branchies pouvant causer une mortalité élevée. Par ailleurs, l'effet abrasif des particules en suspensions provoque des lésions sur l'épiderme des poissons et peut favoriser le développement de foyers infectieux. Les MES ont également un impact important dû à leur sédimentation. La surface qu'elles recouvrent sur le substrat n'est plus disponible pour la fixation des larves d'invertébrés benthiques et leur effet sur les peuplements de coraux peut être dévastateur.

LES RESSOURCES MINIÈRES SOUS-MARINES PROFONDES

Depuis quelques années, les **nodules polymétalliques**, les **encroulements cobaltifères** ou les **terres rares** dont pourrait regorger le sous-sol océanique profond de la ZEE polynésienne, alimentent les rêves. Une première exploitation industrielle de ces minerais a débuté en 2013 en Papouasie Nouvelle-Guinée, rendant imaginable une exploitation locale.

Plusieurs campagnes ont déjà eu lieu depuis les années 1980 pour répertorier les zones les plus propices en Polynésie (ZEPOLYF, MODCO, POLYDRAG...). Une vaste zone a été couverte et répertoriée, les monts sous-marins cartographiés, principalement entre Tahiti et les Australes, quelques zones aux Tuamotu. Elles concluent au faible intérêt pour les nodules dont la densité est trop faible pour une exploitation et dont la teneur en cuivre, nickel et cobalt est limitée.

Les encroulements en revanche, présents entre 800 et 1 000 m de profondeur sur les flancs des monts sous-marins, montrent des teneurs en cobalt parmi les plus fortes au monde. Ils sont présents dans le secteur des Tuamotu (environ 1 000 km² sur substrat carbonaté potentiellement facile à exploiter) et de la Société et des Australes (50 000 km² sur substrat basaltique en fortes pentes, plus difficile à exploiter). Un gros travail d'exploration préliminaire reste encore à mener pour définir précisément les gisements potentiels. Une autre ressource est présente : les vases abyssales riches en terres rares présentes sur de grandes profondeurs (> 4 000 m).

L'exploitation de ce type de minerais nécessite des moyens extrêmement lourds et de haute technicité permettant de travailler en milieu océanique profond. Outils d'extraction, barge de production et son usine de déshydratation du minerais, barge de transport sont nécessaires. Bon nombre de ces outils ne sont encore qu'au stade du développement. Il faut également des infrastructures portuaires pour leur stockage et une usine de traitement à terre. Aujourd'hui, de nombreuses activités d'exploration sont en

cours, notamment dans le Pacifique. Une expertise sur les ressources stratégiques que peuvent receler les fonds océaniques polynésiens débutera fin 2014, menée par l'IRD.

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les écosystèmes océaniques profonds sont méconnus. L'isolement, la morphologie, la localisation des monts sous-marins en font des lieux propices à la spéciation et à l'endémisme. Une grande variabilité existe entre les monts explorés. Leurs peuplements sont sensibles et vulnérables (faune fixée à croissance lente). Des poissons démersaux d'intérêt économiques peuvent y vivre, comme en témoigne la carte des pêcheries profondes de Polynésie qui se concentre au-dessus des monts sous-marins profonds. Des variétés de coraux d'intérêt commercial (exploitation de corail noir profond à Hawaï sur le haut de monts sous-marins) ou d'animaux présentant des composés utiles à la recherche médicale, peuvent également être présents.

Les impacts environnementaux d'une exploitation de minerais profonds seraient de différents types : la destruction directe du biotope ou son enfouissement sous des sédiments, une modification physique et chimique de la colonne d'eau, induisant une perte de biodiversité. Mais aussi les pollutions accidentelles et les impacts liés aux énormes barges de traitement. Des évaluations préalables seraient indispensables pour caractériser les communautés, la qualité des eaux, les courants... (Source : Créocéan, 2011)

LES RÉPONSES

Une programmation à long terme de l'activité d'extraction est prévue. Sur Tahiti, le site de la Punaruu est arrivé à épuisement et a été stoppé. Les extractions sont également interdites dans la Papenoo après le pont (sauf extractions privées). Seuls d'autres sites terrestres seront à même de satisfaire les besoins du développement.

La politique de concentration des sites d'extraction atténue quelque peu les effets néfastes sur l'écologie marine. De plus en plus, les matériaux devront provenir de sites sans risque majeur pour l'environnement. La réorientation vers le domaine terrestre témoigne de cette préoccupation. Il est à noter que l'extraction sauvage existe toujours, et qu'elle reste mal maîtrisée du fait des difficultés de contrôle dues aux peu de moyens, à l'éloignement géographique, et parfois à l'hostilité des intéressés. Cependant, de plus en plus d'extracteurs « joueraient le jeu » en déclarant leurs prélèvements (source : GEGDP).



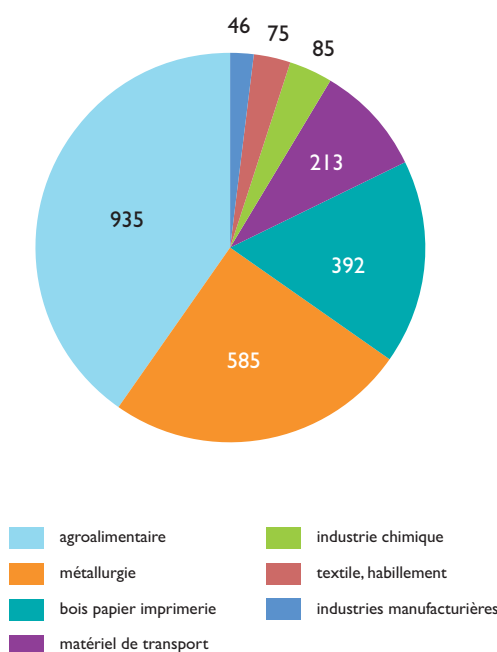
INDUSTRIE

La Polynésie française connaît des contraintes structurelles fortes entravant son développement industriel : un marché intérieur restreint limitant les économies d'échelle, un coût de main d'œuvre élevé, et un manque de matières premières.

Elle a pourtant réussi à faire naître une industrie fondée sur trois pôles majeurs : l'agro-alimentaire, la construction navale, et la fabrication de biens

L'exploitation de carrières terrestres n'est Entre 2006 et 2013, on compte 23 % d'entreprises en moins dans le secteur industriel.

L'agroalimentaire représente 25 % des sociétés, alors qu'en 2006 il en représentait près de 40 %. Essentiellement de la boulangerie, pâtisserie, charcuterie, laiterie, conserverie, et boissons. Le nombre d'entreprises a été divisé par 2. Les entreprises de métallurgie ont vu leur nombre divisé par 6 tandis que la tendance inverse est observée pour les entreprises du textile (x8). Les entreprises de production et de distribution d'électricité, gaz et eau, ont également considérablement augmenté durant cette période (x6).



Répartition du nombre d'entreprises industrielles par nature d'activité
Source : IEOM 2013

Le secteur industriel représente 13 % du chiffre d'affaires des entreprises soumises à TVA (c'est 3 % de plus qu'en 2006) et 8 % de l'emploi salarié.

85 % des 2 457 entreprises du secteur industriel emploient un ou deux salariés en 2013 (90 % en 2006). Les entreprises de plus de 10 salariés ne représentent que 4 % du total.

Les entreprises artisanales sont au nombre de 8 460 en 2013, en progression de 10 % depuis 2012.

intermédiaires destinés au bâtiment (charpentes, parpaings, ouvrages métalliques, menuiserie...) ainsi que diverses activités de transformation (textiles, imprimerie, fabrication de meubles). Les pouvoirs publics soutiennent le développement du secteur pour limiter les importations et favoriser l'emploi local. Le secteur industriel contribuait en 2009 (date des derniers comptes économiques publiés par l'ISPF) à hauteur de 8 % du PIB.

LA TAXE DE DÉVELOPPEMENT LOCAL À L'IMPORTATION (TDL)

Le développement de l'industrie locale repose sur l'existence d'une protection douanière matérialisée par la taxe de développement local à l'importation (TDL). Instituée en 1997, la TDL a pour objet de préserver la compétitivité des produits locaux par rapport aux produits importés. Elle s'applique à une liste de produits répertoriés par positions tarifaires. Son taux varie entre 9 % et 82 % en fonction du type de produit.

Source : IEOM 2013

Les îles du Vent, Tahiti en particulier, concentrent toujours la majeure partie des entreprises artisanales (81 % en 2013), avec 730 nouvelles entreprises en 2013. Les Îles Sous le Vent montrent également une progression du nombre d'entreprises tandis que les autres archipels sont en léger recul.

La majorité des activités industrielles, notamment celles relevant des installations classées, concernent l'île de Tahiti. Il existe 4 grandes zones industrielles qui concentrent ces activités :

- vallée de Titioro ;
- vallée de Tipaerui ;
- vallée de la Punaruu ;
- Fare Ute / Motu Uta.

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Le développement industriel de la Polynésie française reste limité aux zones industrielles. Elles sont souvent encaissées dans les vallées à proximité des habitations, sans planification réelle de l'organisation spatiale (Punaruu, Fataua, Tipaerui). Selon le type d'industrie, la réglementation est différente.

LES INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE)

Les activités présentant un risque pour la santé ou l'environnement relèvent de la réglementation des ICPE et sont définies dans une nomenclature récemment mise à jour et basée sur la codification métropolitaine (01.12.2011). Les installations sont classées par substances et activités et non plus par ordre alphabétique.

UN CHANTIER NAVAL QUI S'INSCRIT DANS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

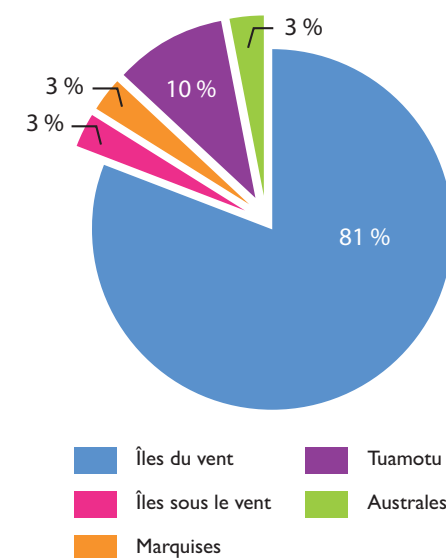
Le chantier naval Technimarine de Papeete propose depuis 2010 une aire de carénage de plus de 7 000 m² à Papeete équipée de 3 élévateurs, dont un de 300 tonnes. Ce chantier traite toutes les eaux de lavage des carènes de son site à l'aide de filtres compartimentés et a mis en place une récupération des eaux de pluies autour de la zone pour en séparer les hydrocarbures avant rejet. Un contrat avec la Société Environnement Polynésien (SEP) leur permet l'enlèvement et le tri de leurs déchets de construction. Les matières solides comme l'aluminium et l'acier sont de leur côté triées pour recyclage.

Cette entreprise a construit une vingtaine de bateaux depuis sa création en 1995, dont 14 thoniers de pêche et un sloop de 64 pieds. Un nouveau thonier devrait sortir du chantier en 2015.



Copyright : F. Seguin

Les ICPE sont réparties en 2 classes suivant la gravité des dangers ou inconvénients que peut présenter leur installation. La première classe comprend les installations présentant les dangers les plus graves (les plus polluantes), la seconde regroupe les installations qui, ne présentant pas de tels dangers, doivent néanmoins respecter les prescriptions générales définies par arrêté.



La répartition des ICPE en 2013 dans les différents archipels - Source : DIREN

La procédure d'autorisation est instruite par la DIREN. L'autorisation est donnée après avis de la commission des ICPE et une enquête publique ; elle est assortie des prescriptions techniques d'aménagement et de fonctionnement édictées pour prévenir ou limiter les nuisances.

Le nombre d'arrêtés d'autorisation délivrés est de l'ordre d'une cinquantaine par an, portant à 301 le total d'ICPE autorisées depuis 2006 (2 023 depuis 1967). Cela concerne essentiellement des entrepôts de stockage (hydrocarbures), des élevages (poules et porcs) ou des ateliers mécaniques, ainsi que des centres de stockage des déchets ou des stations de concassage. La grande majorité des dossiers concerne les Îles du Vent (85 %).

Les ICPE représentent un enjeu important, tant au niveau de la préservation de l'environnement qu'au niveau de la sécurité alors que celles-ci sont très peu connues du public et même de certains exploitants pourtant concernés. De ce fait, de nombreuses installations sont encore aujourd'hui exploitées sans autorisation. Par ailleurs, une étude de terrain de 2013 a montré que sur 3 communes (Mahina, Taïarapu-Est et Taïarapu-Ouest), près de 50 % des installations autorisées n'existaient plus. (Source : DIREN.)

Les installations classées peuvent faire l'objet de

LA RÉGLEMENTATION DES ICPE

Sont soumis aux dispositions du présent titre les usines, ateliers, dépôts, chantiers, installations sur carrières et d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter, en raison tant de l'activité que de la nature des produits ou substances fabriqués, détenus ou utilisés, des dangers ou inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publique, soit pour l'agriculture, soit pour l'aquaculture et la pêche, soit pour la protection de la nature et de l'environnement. Nul ne peut exploiter une installation sans disposer d'une autorisation prévue par le présent titre, quelle que soit la classe à laquelle elle est soumise, après instruction menée par la direction de l'environnement suivant la procédure arrêtée par le conseil des ministres, procédure comportant la consultation du maire de chaque commune concernée.

Source : Code de l'environnement, Art. D 221-I-1

contrôles et de sanctions en cas de manquement à la réglementation ou à leurs prescriptions, fixées dans leurs arrêtés d'autorisation d'exploiter.

La majorité des atteintes à l'environnement ayant fait l'objet d'un signalement auprès de la direction de l'environnement (DIREN) sont des pollutions du sol et de l'eau qui proviennent essentiellement :
• des dépôts et des enfouissements sauvages de déchets en tout genre ;
• des rejets industriels sans traitement dans le milieu naturel.

Bilan ICPE	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Arrêtés d'autorisation délivrés	47	64	48	31	43	40	30



Seule la vallée de la zone industrielle de la Punaruu dispose d'un réseau d'assainissement collectif (celui de la plaine sud de la commune de Punaauia) auquel la majorité des industriels est raccordée.

Les délais d'instruction des dossiers ICPE sont longs (7 à 11 mois). Les objectifs de la « Cellule Installations Classées » sont une simplification des procédures par la mise en place d'arrêtés type pour les ICPE 2ème classe et une augmentation de la présence sur le terrain afin d'effectuer des vérifications sur le respect des arrêtés d'autorisation, car très peu d'autocontrôles parviennent à la DIREN.

LES ÉTUDES ET NOTICES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT (EIE ET NIE)

D'après le Code de l'environnement (titre 3 « Évaluation de l'impact des travaux, activités et projets d'aménagement sur la protection de l'environnement »), les travaux, activités et projets d'aménagements risquant de porter atteinte au milieu naturel de par leur nature, doivent faire l'objet d'une évaluation d'impact sur l'environnement.

Selon leur importance et les incidences prévisibles sur l'environnement, dont les limites sont fixées par le Code de l'environnement pour chaque type d'activité, l'élaboration d'une étude ou d'une notice d'impact est nécessaire (EIE ou NIE). La notice d'impact est une étude d'impact simplifiée et plus succincte.

Ces documents, très encadrés par la législation dans leur contenu, décrivent l'état des lieux du milieu initial, présentent le projet et analysent les effets du projet sur l'environnement. Des mesures compensatoires peuvent ensuite être proposées visant à réduire les effets du projet sur l'environnement. Malheureusement, aucune loi n'oblige à faire appliquer ces mesures. Les EIE et NIE sont soumises à la population pour consultation publique et pour recueillir leurs avis, avant de démarrer la phase d'instruction.

Le fait que les EIE soient financées par les maîtres d'ouvrage remet parfois en cause leur neutralité et donc leur crédibilité. D'autre part, le coût de ces études peut être important pour avoir des résultats de qualité. Elles sont souvent insuffisantes.

ENERGIE

La Polynésie française, ne disposant pas de ressources en énergie fossile, a toujours été fortement dépendante de l'extérieur pour ses approvisionnements. Afin de réduire cette dépendance, le Territoire s'est employé à développer des alternatives à l'énergie thermique : essentiellement l'hydroélectricité dans les îles hautes, principalement à Tahiti et aux Marquises, qui disposent de sites favorables. Suivant l'abondance des précipitations, le ratio d'énergie hydraulique est plus ou moins important : 43 % en 1998, 25 % en 2006 et 23 % en 2013. A part

l'hydroélectricité, on assiste depuis quelques années à l'émergence du solaire et d'autres énergies renouvelables. Elles ne représentent encore qu'une part minoritaire de la production d'énergie polynésienne, pourtant l'objectif du Pays est de produire 50 % de son énergie à partir d'énergies renouvelables (ENR) à l'horizon 2020.

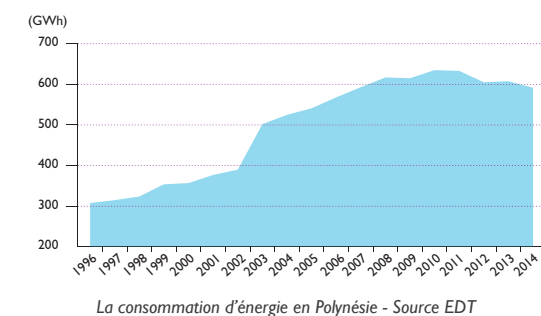
Le marché du solaire s'est développé en partie autour de l'autoconsommation. Depuis 2009, EDT rachète les surplus d'énergies nouvelles et renouvelables jusqu'à un certain seuil.

LA CONSOMMATION

La consommation d'énergie a connu une progression constante jusqu'en 2009 avant d'amorcer un ralentissement, en dépit du nombre d'abonnés qui continue d'augmenter. Sous l'effet du ralentissement économique et de l'augmentation des coûts, les usagers font des économies d'énergie. Les professionnels représentent les deux tiers de la demande. La consommation annuelle d'électricité s'établit en 2013 à 663 GWh, dont 80 % pour Tahiti.

L'ADEME a réalisé en 2011 une étude sur le niveau d'équipement et les comportements des ménages

en matière d'énergie. Les résultats indiquent que la consommation électrique moyenne des ménages de Tahiti et Moorea est de 250 kWh/mois. Des variations importantes sont constatées, avec des ménages « type » consommant 190 kWh/mois et de « gros » consommateurs utilisant 730 kWh/mois (climatisation, piscine, sèche-linge...). Les postes les plus importants sont les appareils de froid (réfrigérateurs et congélateurs), les équipements électroniques (TV, HiFi, ordinateurs) et l'éclairage, ainsi que la climatisation pour les foyers qui en sont équipés.

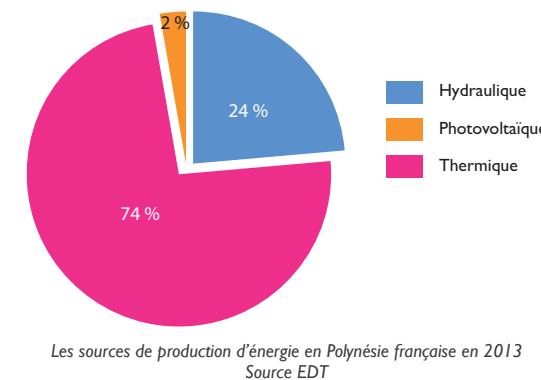


L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle conjointe des ministères en charge de l'Écologie, du Développement durable, de l'Énergie, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. L'ADEME participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, L'Agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets.

LA PRODUCTION

Après avoir fortement augmenté pendant de nombreuses années (doublement entre 1996 et 2006), la production d'électricité marque un ralentissement depuis 2006. Une légère augmentation est ensuite constatée jusqu'en 2010 puis une baisse marquée pour revenir en 2013 au même niveau qu'en 2006, soit une production totale de 663 GWh.



La production d'électricité est assurée à 74 % par les centrales thermiques et à 24 % par les centrales hydrauliques. Depuis 2011, l'énergie solaire a fait son apparition et représente 3 % de la production d'électricité.

L'ÉNERGIE THERMIQUE

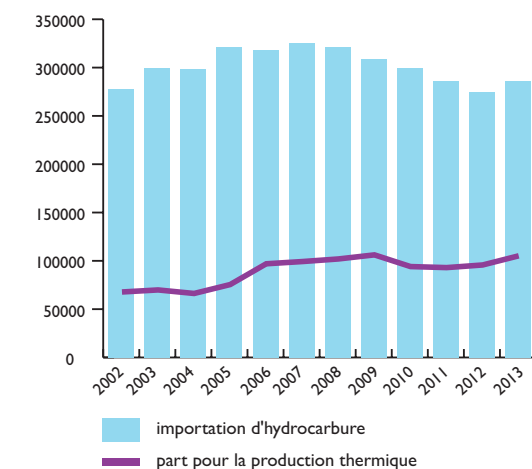
Les centrales thermiques de Polynésie fonctionnent en utilisant un combustible fossile (gazole pour les plus petits groupes électrogènes et fioul pour les plus grosses installations).

Cette énergie reste la source principale, contribuant entre 60 et 80 % selon les années, à la fourniture énergétique.

La consommation d'hydrocarbures n'a cessé d'augmenter en dépit du développement de l'alternative hydroélectrique. La production d'énergie thermique a connu une augmentation continue jusqu'en 2009, avant d'amorcer une baisse, suivant le même rythme que la consommation.

La Polynésie compte 61 centrales thermiques.

L'impact environnemental de l'utilisation d'énergie fossile est connu : risques de pollutions lors du transport et du stockage (marées noires), pollution atmosphérique (rejets d'échappement des centrales, notamment en raison de la forte teneur en soufre du fuel utilisé en Polynésie, supérieure aux 0.5 % réglementaires), augmentation de l'effet de serre (production de CO₂)...



LES ÉNERGIES RENOUVELABLES (ENR)

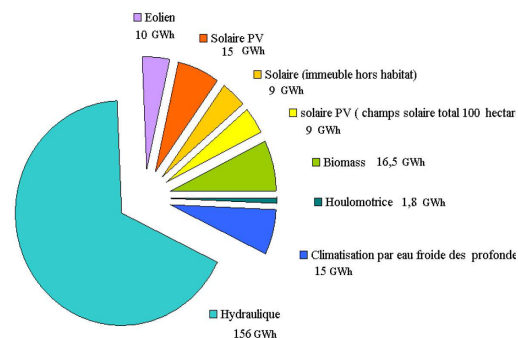
Les ENR sont de la compétence de la Polynésie française, confiées au Service des énergies. En 2009, un schéma directeur des énergies renouvelables a été élaboré pour Tahiti, étendu en 2012 à toute la Polynésie. L'objectif du pays est que 50 % de l'énergie provienne d'énergies renouvelables à l'horizon 2020. Ce qui représenterait 160 à 233 GWh supplémentaires à produire. Pour cela, augmenter la production d'énergie hydraulique, favoriser le photovoltaïque, développer l'éolien sur les crêtes, utiliser la biomasse (production de biogaz à partir



LES PRESSIONS ET LES ACTIVITÉS HUMAINES

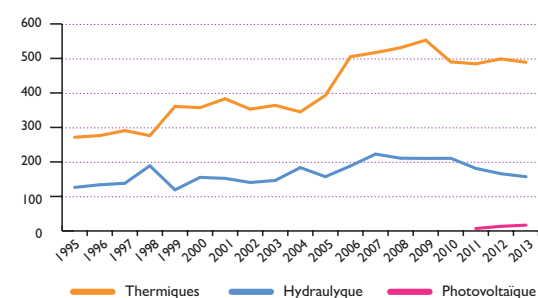
15 GRANULATS, INDUSTRIE, ENERGIE, TRANSPORTS

des déchets) et l'huile de coprah, la géothermie ou les énergies marines. Les 2 leviers pour augmenter la part des ENR sont : la baisse des consommations et l'augmentation de la production des ENR.



L'objectif d'énergie produite annuellement en 2020 en Polynésie
Source Ministère de l'énergie

L'adoption le 23 décembre 2013 d'une loi du Pays pour favoriser le recours aux énergies renouvelables sur le territoire inscrit résolument l'archipel dans cette démarche d'indépendance énergétique accrue.



Part des différentes énergies dans la production totale - Source EDT

L'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE

Cette énergie est produite à partir de centrales hydrauliques installées dans les cours d'eau les plus importants. Un barrage retient l'eau de la rivière pour stocker les crues et pouvoir produire de l'électricité lors des fortes demandes. La centrale installée à côté du lit de la rivière est alimentée par un tuyau captant l'eau dans la retenue. La vitesse de l'eau arrivant par gravité entraîne une turbine.

C'est l'énergie renouvelable la plus répandue en Polynésie française assurant autour de 160 GWh annuellement, soit 24 % de l'énergie électrique en 2013.

Ce pourcentage est variable car le fonctionnement des centrales dépend de la pluviométrie.

Il y a 16 centrales hydrauliques dont 13 à Tahiti réparties sur 5 vallées (le reste est aux Marquises). Les études ont montré que Tahiti présente un potentiel d'accroissement de sa production hydroélectrique de plus de 100 millions de kWh, qui permettrait à lui seul d'atteindre l'objectif de 50 % d'énergie renouvelable en 2020. En 2014, la construction d'un nouveau barrage dans la vallée de la Vaiiha (quatrième plus grand bassin versant de Tahiti) est à l'étude. La pluviométrie y est importante, permettant d'espérer une production de 24 GWh/an.



Centrale hydroélectrique.

Copyright : F. Seguin

Les aspects environnementaux sont fondamentaux et doivent maintenant être pris en considération lors de la construction des barrages, contrairement aux projets réalisés dans les années 1980. En effet, en phase chantier, les effets sont importants car les travaux de construction nécessitent de remanier de grandes quantités de terre à proximité des rivières, terre qui se retrouvera au final dans les lagons. D'autre part, l'installation de barrages dans les rivières a un fort impact sur les flux sédimentaires transportés naturellement par les rivières. Les sédiments sont bloqués, entraînant de l'érosion en aval de la rivière et perturbant le bon fonctionnement des plages proches des embouchures (voir chapitre granulats). Les barrages constituent également des obstacles pour les poissons migrateurs comme les anguilles juvéniles qui remontent les cours d'eau. Enfin, la stagnation des eaux dans les retenues peut entraîner le développement d'algues et une eutrophisation du milieu, nuisible aux poissons qui peuvent alors manquer d'oxygène.



Barrage dans la Papenoo.

Copyright : F. Seguin

Les projets aujourd'hui réalisés de manière intelligente permettent d'intégrer fortement la composante environnementale.

L'ÉNERGIE SOLAIRE

L'énergie solaire offre une alternative aux populations éloignées des réseaux publics de distribution, d'autant plus que le Territoire bénéficie d'une importante insolation propice au développement de ces installations, avec en moyenne 2 700 heures de soleil par an.

Solaire photovoltaïque en sites isolés ou connecté au réseau

Le programme **PHOTOM** a été lancé en 1997 pour développer le solaire en sites isolés. Il a abouti à la mise en place de 1 500 installations sur 29 îles, pour une puissance totale de 1.8 MW.

Le programme **Connectis** a été opérationnel entre 2005 et 2008 pour développer le solaire connecté au réseau, sans tarif de rachat. En 2009, les premiers tarifs de rachat ont été fixés en fonction de la taille des projets, avec la possibilité de profiter d'une double défiscalisation. Ces conditions extrêmement favorables ont rapidement mené à une explosion du nombre de projets. Mais, suite à la révision des conditions de défiscalisation fin 2010 et à la révision des tarifs de rachat en avril 2011, une part non négligeable de ces projets a été annulée.

Fin 2013, on comptait 905 installations photovoltaïques raccordées à Tahiti pour une production estimée de plus de 15 GWh dont une centrale solaire sur la Brasserie de Tahiti. De nombreux projets d'installations sont en attente de raccordement (151 demandes). Dans les îles, il y a 83 installations en service pour une production annuelle de 2,2 GWh et 28 demandes en attente.

Centrales hybrides solaire-diesel

Une première centrale hybride a été réalisée par EDT en 2000 à Makatea et renforcée en 2005, 300 panneaux solaires fournissent environ 80 % de la production totale d'énergie sur l'île. Six autres centrales ont été construites dans des villages en régie municipale de l'archipel des Tuamotu. Entre 50 % et 100 % des besoins sont actuellement couverts par le champ solaire selon les sites.

LES UNITÉS D'ÉNERGIE

MW : MegaWatt, unité de puissance, généralement utilisée en lieu et place du MWc lorsque la crête est atteinte presque tout le temps.

MWc : MegaWatt crête, unité utilisée pour mesurer la puissance maximale d'un équipement de production (très utilisée pour les énergies renouvelables ne produisant pas la même puissance tout le temps (solaire dépendant de l'ensoleillement, éolienne dépendant du vent)).

MWh : MegaWattheure, unité d'énergie, correspond à l'énergie délivrée ou consommée par un équipement dont la puissance est 1 MW, pendant une heure (GWh GigaWattheure).

Solaire thermique

L'ADEME a soutenu l'installation de chauffe-eaux solaires collectifs jusqu'en 2005 ayant permis la mise en place de plus de 15 000 unités sur des logements sociaux ou de la petite hôtellerie. On estime à 5 % la consommation électrique évitée grâce à ces installations. Depuis 2006, l'aide de l'ADEME se fait en fonction de l'éloignement de Tahiti. En 2011, 38 % des ménages de Tahiti et Moorea sont équipés d'un chauffe-eau solaire.

Impact environnemental

L'impact lié au fonctionnement est considéré comme nul, ne produisant aucun gaz à effet de serre. Un impact paysager peut être pris en compte lorsqu'il s'agit de fermes solaires de taille importante mais bien souvent les panneaux sont installés en toiture pour limiter la gêne.

La fabrication et le recyclage des panneaux solaires peuvent, quant à eux, avoir un impact non négligeable. Par exemple, les matériaux utilisés comportent du silicium, des produits chlorés et d'autres éléments chimiques devenant des déchets difficiles à recycler. D'autre part, les installations solaires non raccordées au réseau utilisent des batteries au plomb, très nocives pour l'environnement. De plus, un panneau solaire a une durée de vie d'une trentaine d'années environ.

L'ÉOLIEN

L'énergie éolienne reste peu développée en Polynésie. Les contraintes cycloniques sont trop importantes et le foncier peu disponible.

Plusieurs projets ont vu le jour puis ont été stoppés à cause de matériel peu adapté ou trop technique pour les îles éloignées. Ces projets ont été mis en place aux Australes (Rurutu, 2 éoliennes de 60 kW de 1991 à 2008) et aux Tuamotu (Makemo, une centrale hybride éolien-diesel). Quelques petites éoliennes (7 kW) alimentent des sites isolés (pensions de famille à Maupiti ou Tikehau) ou des réseaux isolés (Hao).

En 2008, EDT a lancé une campagne de mesure du vent dans quelques îles des Australes, Marquises et Iles Sous le Vent ainsi qu'à Tahiti afin de définir le potentiel pour la mise en place d'éoliennes. Les vents nécessaires au développement de l'éolien sont de 45 km/h moyens, ce qui n'est généralement pas le cas en Polynésie. Quelques sites, moyennant des opérations de mesures, pourraient présenter un intérêt.

Impact environnemental

L'impact le plus souvent évoqué par la population et les écologistes est l'impact visuel et la nuisance sonore des éoliennes or, le bruit généré par une éolienne de 600 kW est de l'ordre de 35 à 40 décibels à la distance réglementaire prévue, ce qui est peu gênant.

L'impact sur la faune concerne les oiseaux migrateurs, mais les études ont montré que les oiseaux modifient leur trajectoire à l'approche de l'éolienne afin de l'éviter largement.

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES MARINES

En 2010, le Service de l'Energie et des Mines a commandé une importante étude sur les potentialités des énergies marines en Polynésie (Odewa 2010), liée à l'objectif de 50 % d'énergies renouvelables pour 2020. Cette étude présente les différents types d'énergies marines, leurs procédés d'extraction, les systèmes d'exploitation existant et le degré de maturité de chaque technologie. Le document s'attache également aux potentiels disponibles pour chaque type d'énergie étudiée et donne des axes de développement pour la Polynésie.

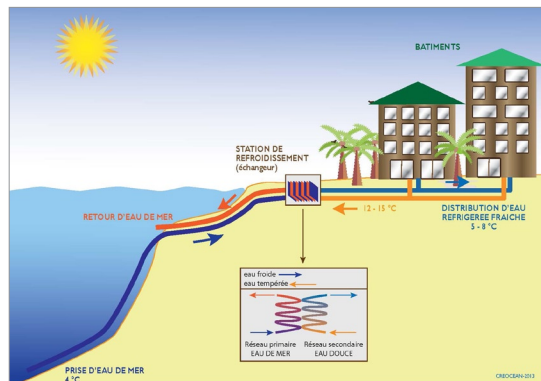
Climatisation à l'eau de mer (SWAC)

La production de froid à partir de l'eau de mer pompée en grande profondeur est au stade industriel. Le SWAC est aujourd'hui totalement adapté au contexte polynésien.



Le principe est de mettre l'eau froide (4°C) en contact via un échangeur avec le réseau de climatisation par eau glacée de l'utilisateur. Pour cela, il faut que la source d'eau froide soit à proximité et que le différentiel thermique entre l'eau pompée et l'air à refroidir soit important. Cette technologie nécessite un gros investissement mais permet de climatiser de grandes surfaces, comme un hôtel, un aéroport ou un hôpital, ayant un système de climatisation adapté. Ainsi, 2 SWAC sont en fonctionnement, climatisant l'hôtel Intercontinental de Bora Bora depuis 2006 et le complexe de luxe The Brando à Tetiaroa de la même chaîne, ouvert en 2014. Pour ce dernier, un tuyau d'une longueur de plus de 1 800 m a été assemblé à la Presqu'île de Tahiti puis remorqué jusqu'à l'atoll pour y être immergé. D'autres sections de canalisation permettent de traverser le lagon pour une longueur totale de canalisation de 2,6 km. La profondeur de pompage est située à 960m.

Un tel système est également à l'étude pour l'hôpital de Tahiti, qui permettrait de réduire sa consommation électrique de plus de 10 GWh/an.



Schématisme du principe de climatisation par eaux de mer profondes.



Copyright : F.Seguin

Canalisation SWAC de Tetiaroa en construction à Papeari.

Houlomoteur

Une cinquantaine de systèmes sont en développement pour utiliser l'énergie de la

houle (colonnes d'eau oscillantes, systèmes à déversement ou par poussée, atténuateurs ou absorbeurs). L'énergie de la houle est celle qui présente le plus de potentialités en Polynésie. Les valeurs de potentiels énergétiques de houle sont suffisamment importantes (quoique dans les gammes basses visées par les développeurs), notamment aux Australes et aux Gambier, pour permettre la mise en place de systèmes houlomoteurs.

Toutefois, les systèmes développés aujourd'hui à l'international ne correspondent pas aux caractéristiques de houles en Polynésie française et ils sont particulièrement complexes, notamment pour les îles éloignées.

Hydrolien

Il est encore peu développé dans le monde mais des mesures de potentiels ont été réalisées pour certaines passes d'atolls en Polynésie française (Hao, Takaroa). Cependant, l'étude de potentiels énergétiques a mis en évidence que les valeurs de courant sont trop faibles et trop peu constantes pour permettre leur utilisation. En effet, il faut un minimum de 4 nœuds régulier pour qu'une hydrolienne fonctionne correctement. D'autres contraintes s'y opposent, comme la profondeur (le diamètre minimal d'une hydrolienne est de 10 m pour obtenir des puissances de quelques centaines de kW) ou l'utilisation des passes pour d'autres activités (plongée, trafic maritime...).

Il est important de préciser que les hydrolennes aujourd'hui développées à travers le monde le sont pour des zones à forts courants de marées et pour de fortes puissances. Le fonctionnement hydrodynamique des lagons de Polynésie (faibles marées et courants de passes générés par ensachage du lagon) mais aussi les faibles appels de puissance des atolls sont donc très éloignés des conditions optimales visées par les développeurs.

Energie thermique des mers (ETM ou OTEC – Ocean Thermal Energy Conversion)

Cette technologie utilise la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes pour vaporiser puis condenser un fluide à faible température de vaporisation (ammoniac). C'est la seule énergie renouvelable permettant une puissance garantie sans variation de la ressource, elle est un enjeu capital pour les états insulaires de la bande intertropicale.

Les verrous technologiques restent cependant encore importants, notamment en ce qui concerne les canalisations de remontée d'eau de mer de grands diamètres permettant des débits supérieurs à 1 m³/s/MW.

Après une tentative menée au début des années 1980 à Tahiti puis stoppée, le système reste non déployé en Polynésie française. Mais les projets polynésiens sont au stade d'étude et semblent actuellement en stand-by. Dans tous les cas, l'implantation d'une plate-forme offshore ETM n'est envisageable qu'à moyen terme. Aucune installation de ce type n'est aujourd'hui opérationnelle à travers le monde.

La Polynésie, par son fort gradient de température, ses cyclones modérés et son coût de l'énergie, est l'un des meilleurs sites mondiaux pour l'implantation d'une telle technologie.

LES AUTRES POSSIBILITÉS

Géothermie

Cette énergie, particulièrement intéressante car disponible en permanence, stable, non polluante ni dépendante des conditions climatiques n'est pas déployée actuellement en Polynésie française. Une première phase d'étude a été réalisée par le BRGM en 2008 afin de fournir au Pays les éléments de choix dans la poursuite ou non de l'exploration d'une éventuelle ressource géothermique. Elle conclut qu'un second volet de prospection s'avère nécessaire pour mieux connaître les éventuelles potentialités de Tahiti.

Le point chaud est à plusieurs dizaines de kilomètres des côtes de Tahiti. Compte tenu des températures de surface à Tahiti, la géothermie pourrait y avoir des applications non pas primaires en chauffage, mais secondaire en vaporisation (turbine électrique) ou en cycle de Carnot (frigories).

Biomasse

Deux types de biomasse existent : la production à une échelle industrielle des algues marines

exploitées ensuite pour leur forte teneur en huile à l'instar des biocarburants, ou la production d'électricité à partir du gaz produit par la décomposition de la matière organique des déchets ou par leur combustion. Une expérience a été menée dans les années 1990 à Tapaerui où une turbine vapeur et 2 groupes de biogaz produisaient de l'électricité à partir de l'usine de traitement des déchets. Deux autres projets sont à l'étude : une centrale de bio-méthanisation et compostage sur Tahiti (Paihoru) et une centrale dendrothermique à Nuku Hiva. Si ces technologies sont connues, elles sont complexes et doivent faire l'objet d'études complémentaires.

Biocarburant

Cette ressource n'est que très peu utilisée en Polynésie française. Le coprah est une source intéressante de bio-carburant, il est utilisé pour faire fonctionner des groupes électrogènes en additif au gas-oil sans modification des carburateurs diesel. Le nouveau complexe de luxe installé sur Tetiaroa l'utilise. L'utilisation de l'huile de coprah comme combustible reste cependant fortement impactée par le schéma économique mis en place autour de cette ressource qui entraîne un prix artificiellement élevé non concurrentiel par rapport aux énergies fossiles.

TRANSPORT

Les transports revêtent un aspect crucial en Polynésie française, entre les îles et les archipels mais également avec les autres pays. L'éclatement insulaire s'étale sur plus de 5 millions de km² et la source la plus proche d'approvisionnement, la Nouvelle-Zélande, se trouve à 4500 km. Outre la position excentrée du Territoire par rapport au reste du monde, sa forte dépendance aux importations (parmi lesquelles les hydrocarbures) renforce d'autant l'importance des transports. La Polynésie française n'échappe pas à la constante augmentation de la mobilité due au développement économique, tant des marchandises que des personnes, tous modes de transports confondus.

De nombreux projets ont été étudiés puis abandonnés, au rythme de la succession des gouvernements. Parmi les plus importants, citons la création d'un second aéroport international aux Marquises et l'extension de plusieurs autres aéroports (dont Faaa), ou bien le port de Faratea

(qui devait permettre de créer un deuxième pôle économique sur Tahiti). Outre le désenclavement, le développement touristique est l'une des principales motivations à ces projets. Les objectifs très ambitieux de 2006 étaient un doublement des passagers par avion ainsi que de la fréquentation touristique à l'horizon 2017. Force est de constater qu'en 2014 nous sommes bien loin de ces chiffres.

Quant au transport routier, après avoir enregistré une constante augmentation des immatriculations jusqu'en 2007, on constate depuis une baisse brutale de 45%. Le parc automobile est quasiment le même qu'en 2006 et la Polynésie accuse toujours un retard important dans l'application de l'essence sans plomb.

Des projets de désenclavement et de lutte contre les embouteillages sont toujours au stade de l'étude (métro-câble, tram...).

estimé à 75 200 véhicules circulant environ en 2013, auxquels il faut ajouter environ 17 300 deux roues. D'après le dernier recensement de la population de 2012, les ¾ des ménages possèdent au moins une voiture (77,7 % en 2012 contre 76,2 % en 2007), 63 % des personnes se rendent à leur travail en



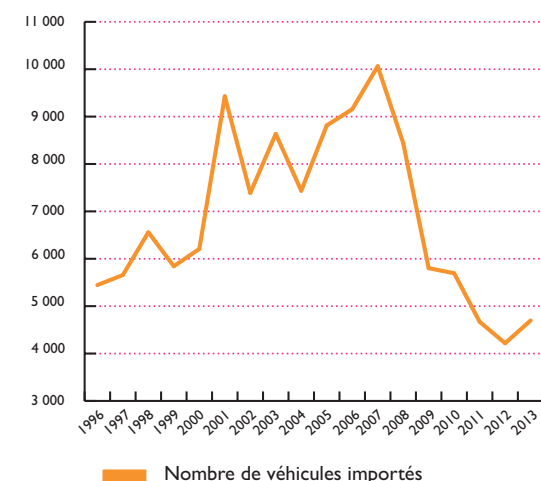
voiture et 49 % des enfants scolarisés aux Iles du Vent, Iles Sous le Vent et aux Australes rejoignent également leur école en voiture ou en bus.

Le nombre d'immatriculations de véhicules neufs a progressé jusqu'en 2007 pour atteindre 11 784 immatriculations avant de s'effondrer de 45 % (6 421 immatriculations en 2013). Suivant le même schéma, l'importation de véhicules neufs a perdu 53 % sur la même période, passant de 10 000 à 4 700 véhicules importés environ.

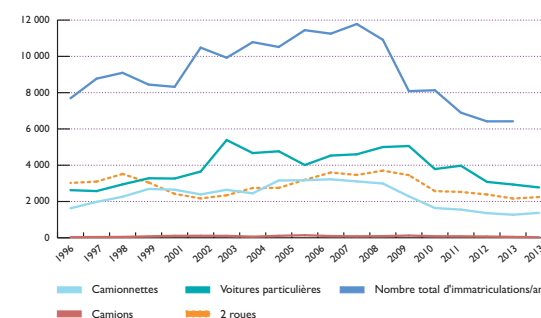
Les 4x4 et autres « pick-up », particulièrement gourmands en carburant, ont toujours un succès important.

Le réseau routier est assez peu développé et largement sous-dimensionné par rapport au parc automobile qu'il est censé supporter. Il est très fréquemment saturé, notamment dans la zone urbaine de Tahiti, qui concentre l'essentiel des déplacements, plus de 100 000 par jour, avec un risque de pollution atmosphérique. En l'absence de contrôle technique automobile, de nombreux véhicules mal réglés et très polluants circulent encore.

Des aménagements routiers sont en cours pour tenter de lutter contre la circulation aux heures de pointes (tunnel, élargissement de voies...) mais certains restent à l'état de projet depuis bien longtemps (route de contournement de la capitale par la montagne par exemple).



Evolution de l'importation de véhicules - Source : ISPF



Evolution de l'immatriculation des véhicules neufs
Source : Service des transports terrestres

TRANSPORT AÉRIEN

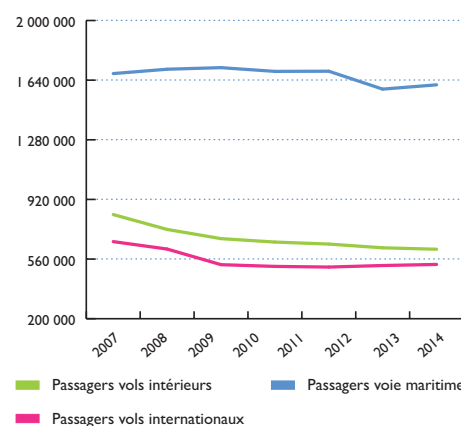
TRAFIC PASSAGERS

Le trafic aérien est à la baisse depuis 2007 (-23 % de passagers) alors qu'il avait connu une progression considérable à la fin des années 1990. Par la suite, les attentats du 11 septembre 2001 avaient entraîné une chute brutale du trafic, suivie d'une reprise mondiale, mais le secteur stagnait en Polynésie française, à l'image de la fréquentation touristique dont il dépend beaucoup à l'international. En 2013, le coefficient moyen de remplissage des compagnies aériennes s'est légèrement amélioré, sous l'effet d'une réduction de l'offre de sièges.

Le trafic international enregistre en 2013 une faible amélioration. 7 compagnies relient la Polynésie à l'extérieur, permettant d'atteindre directement 8 destinations. Sur un territoire aussi morcelé que la Polynésie, l'avion est considéré comme un facteur primordial de désenclavement. On compte 47 aérodromes dont 4 d'Etat (Tahiti, Bora Bora, Rangiroa et Raiatea). Le trafic domestique est plus important en nombre de passagers que le trafic international.

FRET AÉRIEN

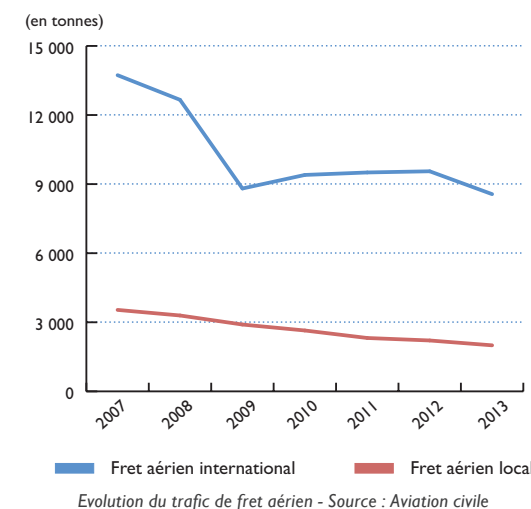
Le fret aérien reste négligeable comparé au fret maritime. Après avoir connu une progression constante jusqu'en 2007, le fret aérien international a subi une chute en 2009, avant d'amorcer une timide reprise suivie d'une nouvelle baisse en 2013 (-43 % 2007-2013). Le fret aérien local quant à lui, connaît une diminution régulière depuis 2007 (-37 %).



Evolution du transport aérien et maritime en nombre de passager
Source : Aviation civile et Port autonome de Papeete

TRANSPORT MARITIME

Le port de Papeete est l'entrée maritime principale de la Polynésie française, il est géré par un établissement public, le Port autonome de Papeete (PAP). Il compte parmi les 10 plus grands ports français en termes de trafic de passagers. La gare maritime inaugurée en 2012 ainsi que les grands travaux en cours pour la rénovation du front de mer de Papeete (agrandissement de la marina du centre-ville) montrent la volonté de modernisation de l'accueil des navires de croisière et de plaisance ainsi que du trafic interinsulaire.



Evolution du trafic de fret aérien - Source : Aviation civile

Le schéma directeur 2011-2021 du PAP est un programme ambitieux de réaménagement de la zone portuaire. Des opérations supplémentaires ont été ajoutées aux 11 initialement prévues dans le schéma directeur (voir encadré) : l'extension du quai au long cours côté est et la construction d'une marina sur le front de mer à Papeete. Cette dernière a pour ambition de dynamiser le centre-ville et d'attirer les yachts de ce côté pour désengorger la marina Taina.

TRANSPORT PASSAGERS

Le transport de passagers est stable depuis 2007 (-4 %) après avoir connu une augmentation constante les années précédentes. La desserte des archipels est assurée par des compagnies privées et par la flottille administrative pour des missions de service public (transport scolaire). La ligne Tahiti-Moorea représente 99 % du trafic, elle a été dynamisée par la mise en service d'un nouveau navire et le remplacement du ferry par un navire neuf. La desserte des Îles Sous le Vent a en revanche été abandonnée en 2011.

FRET MARITIME

Le fret maritime local est assez stable depuis 2007, s'établissant autour de 410 000 tonnes transportées entre les îles. Une trentaine de cargos et goélettes desservent les îles en liaison régulière. Une forte disparité existe en 2013, on constate

LE SCHÉMA DIRECTEUR 2011-2021 DU PORT AUTONOME DE PAPEETE

11 opérations initialement prévues dont les stades d'avancement sont les suivants :

- Deuxième extension du quai de cabotage n°3 : travaux achevés en 2013
- Déplacement des activités en zone aléa fort du PPR : en cours
- Requalification du poste N.P.Q. : programmé pour début 2015
- Aménagement d'une zone de stockage des vides : partiellement réalisé

Certaines opérations sont suspendues :

- Déplacement des amodiataires de Motu Uta : remis en question par les membres du CA du PAP
- Réaménagement de la zone de Fare Ute : suspendu en raison du retard de plus de 5 ans dans le calendrier du protocole Etat/Pays/Pétroliers/PAP
- Dock flottant et ZRN : suspendu par le ministère de tutelle
- Réaménagement de la zone des Phares et Balises : suspendu en raison du retard de plus de 5 ans dans le calendrier du protocole Etat/Pays/Pétroliers/PAP
- Réaménagement de la zone au sud du pont de Motu Uta : remis en question par les membres du CA du PAP
- Assainissement : suspendu en raison du non-respect de la convention tripartite SEML Te Ora No Ananahi / Commune de PPT / PAP
- Extension vers l'est : suspendu par le ministère de tutelle

une hausse importante du fret aux Australes grâce à la rénovation d'infrastructures de transports et aux Marquises (hausse de la récolte du coprah) mais en recul aux Iles du Vent et aux Tuamotu-Gambier. 40 % du fret concerne les Iles du Vent (transport entre Tahiti et Moorea) et 30 % les Iles Sous le Vent.

Le fret international est en diminution (-17 % 2007-2013) ayant connu une chute brutale en 2009 à l'image du fret aérien international, conséquence de la crise économique mondiale. Le fret débarqué représente 95 % du total, il est composé à plus de 45 % d'hydrocarbures et 50 % de conteneurs, le reste étant du vrac solide et des véhicules.

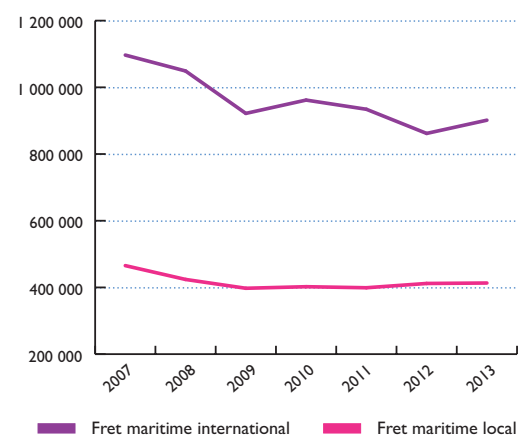


Port autonome de Papeete.

Copyright : F.Segun



Le trafic des cargos internationaux poursuit sa baisse, avec notamment l'arrêt d'une compagnie en 2011, puis une seconde en 2013. Trois autres compagnies transportant du vrac ont également arrêté leurs escales à Tahiti en raison de leur tirant d'eau trop important (10,5 m au quai des cargos, 11 m à la passe de Papeete) ou de la conjoncture économique (bois provenant des USA par exemple). Depuis 2012, les vracs solides ont ainsi marqué une réduction importante de leurs tonnages (-45 % au profit du transport en conteneurs). En revanche, le tonnage moyen par escale augmente et le nombre de conteneurs débarqués s'établit depuis 2010 autour de 34 000 par an en moyenne. Cela montre le changement profond dans le mode de transport de marchandises.



Evolution du trafic de fret maritime (en tonnes)
Source : Port autonome de Papeete

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Les principales nuisances environnementales dues aux transports concernent deux types de pollution :

- la pollution atmosphérique (NOx, SO₂, métaux lourds, particules, etc), qui dégrade directement la santé comme l'environnement (pluies acides, etc) ;
- le réchauffement climatique (rejet de CO₂ principalement), qui constitue une menace tangible sur le territoire polynésien avec le risque de submersion des îles basses. Les transports ne sont pas les seuls responsables du réchauffement et de la pollution atmosphérique, mais leur part va croissant.

Aucune surveillance de la qualité de l'air polynésien n'est à ce jour réalisée. Car aucune loi n'existe.

Il faut également prendre en compte la réalisation d'infrastructures (routes, aéroports, ports...) dont l'impact sur le milieu est parfois considérable (extraction de matériaux et construction, remblai sur le littoral...).

LES DONNÉES ESSENTIELLES

	Source	1998 - 2006		2006 - 2013	
Extractions					
Volumes commercialisés par type de matériaux (en milliers de m³)	GEGDP				
Maritime		1 856		269	
Fluvial		923		718	
Terrestre		3 884		1 414	
Part moyenne de matériaux coralliens sur total exploité (%)		27,86		11,21	
Surfaces de récif détruit par les extractions (en ha sur la décennie, estimé sur la base de la surface de remblais)		45 (1989-1993)	29 (1995-2006)	13,7 (2006-2013)	
		1995	2006	2013	
Importations de ciments hydrauliques (en milliers de tonnes)	ISPF	77	131	98,4	
Industrie					
Nombre d'installations classées (cumul depuis 1967)	DIREN			1 722	
% d'installations classées dans les Iles du Vent				87	
Energie					
Evolution de la production annuelle d'énergie (Millions kWh)	DIREN	398	676	662,8	
Evolution de la production annuelle thermique (Millions kWh)		271	393	488,9	
Evolution de la production annuelle hydraulique (Millions kWh)		126	222,7 (2007)	157,2	
Evolution de la part des énergies renouvelables (hydroélectricité)	ADEME	32	28,15	26,25	
Evolution de la consommation totale d'électricité (Millions de kWh)	EDT	308	568	591,5	
Evolution des importations en hydrocarbures (milliers de tonnes)	ISPF	131	321	286	
Transports					
Parc automobile (hors 2 roues)	Service des Transports Terrestres	Entre 45 et 60 000	Entre 60 et 75 000	75 200	
Immatriculations véhicules neufs		7 306	11 253	6 421	
Fret maritime en tonnes		1 070 557	1 762 295	1 314 676	
Trafic maritime passagers		569 800	1 679 668	1 611 818	
Fret aérien en tonnes		6 896	14 351	10 542	
Trafic aérien passagers		1 564 270 (2000)	1 493 998	1 147 150	



LES ÉVOLUTION 2006-2013

GRANULATS

Les volumes de granulats extraits sur la période 2006-2013 ont été divisés par 2,7, comparé à la période précédente. Un total de 2,4 millions de m³ de matériaux ont été extraits depuis 2006, toutes sources confondues. Les granulats marins constituent 10 % des granulats extraits, les extractions fluviales 30 % et les extractions terrestres 60 %. On constate une inversion entre les quantités extraites de granulats marins et fluviaux par rapport à la dernière période.

Les extractions de soupe de corail sont aujourd'hui rares mais quelques sites sont encore en activité. Les impacts sont importants et la réhabilitation des sites n'a jamais été réalisée, laissant des chemins de drague recolonisés par la végétation et des fonds de souille vaseux empêchant la colonisation corallienne. On constate donc les impacts suivants : destruction du milieu et appauvrissement biologique, modification morphologiques, des paysages sous-marins, turbidité renforcée, développement de foyers ciguatériques...

Les extractions de granulats de rivière ont un impact sur la stabilité du littoral en amplifiant les phénomènes d'érosion et en augmentant les rejets de matière en suspension dans l'eau.

INDUSTRIE

Depuis 2006, le nombre d'entreprises a diminué de 23 % dans le secteur industriel. L'agroalimentaire ne représente plus que 25 % des sociétés, 40 % sur la période précédente), tandis que la tendance inverse est observée pour les entreprises du textile (x8) et celles qui produisent et distribuent l'électricité, le gaz et l'eau (x6).

Les entreprises à risque pour l'environnement sont soumises à ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement). Une cinquantaine d'autorisations sont délivrées en moyenne chaque année, on en compte 2 023 sur le territoire en 2014. La majorité des atteintes à l'environnement de ces installations sont des pollutions du sol et de l'eau qui proviennent des dépôts et des enfouissements sauvages de déchets en tout genre ou des rejets industriels sans traitement dans le milieu naturel.

ENERGIE

La consommation annuelle d'électricité s'établit en 2013 à 663 GWh, dont 80 % pour Tahiti. Après une progression constante jusqu'en 2009, un ralentissement s'est amorcé. La production d'électricité, assurée à 74 % par les centrales thermiques et à 24 % par les centrales hydrauliques est de 663 GWh en 2013. Depuis 2009, la production d'énergie thermique est en baisse, suivant le même rythme que la consommation.

L'énergie renouvelable la plus répandue en Polynésie française est l'hydroélectricité, assurant autour de 160 GWh annuellement. Concernant le solaire, on compte fin 2013, 988 installations photovoltaïques raccordées pour une production estimée de plus de 17,2 GWh et de nombreux projets en attente de raccordement. 38 % des ménages de Tahiti et Moorea sont équipés d'un chauffe-eau solaire. L'énergie éolienne reste peu développée en Polynésie.

Les énergies renouvelables marines se développent avec la mise en place de 2 SWAC permettant de climatiser des hôtels à partir de l'eau de mer froide pompée en profondeur, les projets houlomoteur et hydrolien sont au stade de l'étude et des mesures.

TRANSPORTS

Les transports intérieurs comme internationaux sont cruciaux pour le territoire (insularité, dépendance énergétique, etc.), liés au développement économique, ils sont en constante augmentation. Le parc automobile stagne autour de 75 000 véhicules en circulation, après avoir augmenté de 20 % en dix ans (1995-2005), tandis que l'importation et l'immatriculation de véhicules neufs ont diminué de 45 % depuis 2007.

Le transport de passagers en avion a perdu 23 % depuis 2007 après de longues années d'augmentation, alors que le transport maritime est stable. Les marchandises transportées à l'international en avion ont connu une baisse de 43 % depuis 2007, celles transportées en bateau une baisse de 17 %. Le fret local quant à lui subit une baisse moindre en aérien et reste stable pour le maritime.

Les transports sont une source de nuisances environnementales (qualité de l'air, réchauffement climatique). L'avion, qui est favorisé eu égard aux grandes distances inter-îles, est le mode de transport le plus polluant. Les îles basses sont particulièrement vulnérables au réchauffement climatique (montée des eaux), dont les transports sont le principal facteur. Mais du fait de l'absence de mesures, on ignore toujours quelle est la pollution de l'air en Polynésie française.

Des projets sont toujours à l'étude pour mettre en place un transport en commun en site propre (métro-câble par exemple).

Le développement des infrastructures associées aux transports, routes, ports, aéroports, est également générateur de pollution (extraction de matériaux, remblais, dragages...).