



*Le coût économique
des déficiences de l'assainissement
en Polynésie française*

Préface

Au plus tard le 31 décembre 2020, les communes polynésiennes vont devoir faire face à de nouvelles responsabilités : c'est à cette date que, conformément au code général des collectivités territoriales, la compétence « assainissement » leur sera transférée.

Or la situation actuelle de l'assainissement, en termes de niveau d'équipement et de performance de ces équipements (traitement) est préoccupante : absence de réseaux collectifs, petites stations dont près de la moitié rejettent des eaux non-conformes aux normes de rejets, etc.

Si les collectivités sont conscientes de la nécessité de financer la réalisation de systèmes d'assainissement des eaux usées et des excréta (évacuation et traitement) afin d'améliorer le confort et la santé des familles, le rôle essentiel des dispositifs d'assainissement dans la préservation de l'environnement leur demeure souvent méconnu.

Ce lien est effectivement difficile à percevoir mais aussi à mesurer précisément notamment parce que les rejets d'eaux usées brutes dans le milieu naturel sont rarement la seule cause des dégradations observées (lessivage des sols par les pluies contribuant aux invasions algales, variations de températures responsables de phénomènes de blanchissement des coraux, etc.).

Par ailleurs, les conséquences économiques de ces dégradations de l'environnement concernent des domaines divers, et les informations relatives à l'analyse de l'impact des pollutions d'origine anthropiques ou non (diminution des rendements de pêche lagonaire, diminution du nombre de touristes, etc.) ne sont pas toujours disponibles.

Il est ainsi apparu essentiel que les collectivités puissent mesurer toutes les dimensions de la question du financement des services d'assainissement : c'est ce que cherche à appréhender cette étude par l'utilisation du calcul économique. Le recours à l'outil économique dans les argumentaires environnementaux, s'il est de plus en plus courant grâce au développement de l'économie de l'environnement et à sa popularisation à travers des rapports comme The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) ou ceux de la Banque Mondiale sur le « coût de la dégradation », cette pratique est demeurée encore peu usuelle en Polynésie française.

Pourtant, donner des ordres de grandeur chiffrés des coûts monétaires d'un assainissement défectueux permet de reconsidérer les montants d'investissements nécessaires pour y remédier, sans compter le fait que les dommages environnementaux ont des effets dans le long terme et peuvent être dans certains cas irréversibles.

Ainsi, au-delà des chiffres présentés pour évaluer le coût de « l'inaction », cette étude interpelle.

La première activité économique du pays, le tourisme, est déjà affectée par les pollutions et nuisances faites à l'environnement, motif d'insatisfaction pour plus de 14 000 touristes par an (base sondage 2006) et ce sentiment est déjà relayé par certains guides touristiques.

Les eaux usées et pluviales sont responsables d'une fragilisation chronique des récifs coralliens qui les rends plus vulnérables encore aux autres actions anthropiques et aux cataclysmes.

Les pathologies liées à l'absence d'assainissement, en particulier diarrhées et gastro-entérites sont particulièrement nombreuses, de l'ordre de 18 000 cas par an, avec quatre fois plus de cas dans les Tuamotu que dans le reste de la Polynésie.

L'action de l'AFD, à travers cette étude, s'est inscrite dans une démarche participative, et cette étude n'aurait pu être réalisée sans les contributions des différents acteurs et intervenants du secteur de l'eau et de l'environnement en Polynésie.

Elle contribuera, nous l'espérons, à une meilleure compréhension des enjeux de la part des élus et responsables des services techniques des collectivités pour une prise de décision informée et efficace.

Janique ETIENNE et Valérie REBOUD

Une étude financée dans le cadre d'un partenariat « Community Water Partnership »

Partageant la même volonté de soutenir l'amélioration de l'accès à une eau propre et saine en Polynésie française pour le bien être de la communauté, l'Agence Française de Développement, « The Coca-Cola Company » et la Brasserie de Tahiti, se sont associés au sein d'un accord de partenariat appelé « Community Water Partnership ».

Ce partenariat permet de soutenir la mise en place d'actions de sensibilisation, de formation et de communication pour une meilleure gestion des ressources en eau en Polynésie française.

Sommaire

1/ SYNTHÈSE 10	
1.1. Cadre de l'étude	6
1.2. Définitions	6
1.2.1. Le concept d'assainissement	6
1.2.2. Le concept de « non-assainissement »	7
1.3. Situation de l'assainissement en Polynésie française	7
1.3.1. L'agglomération de Papeete	7
1.3.2. Le reste du Pays	8
1.3.3. L'expérience de l'assainissement collectif	8
1.3.4. Les nouvelles perspectives	8
1.4. Typologie des impacts et méthodes d'évaluation	9
1.4.1. Approche théorique	9
1.5. Analyse des impacts sur le milieu naturel	9
1.5.1. Fragilisation des récifs coralliens	9
1.5.2. Eutrophisation des lagons	10
1.5.3. Etat actuel et menaces sur le système récifo-lagonaire	10
1.6. Analyse des impacts sur l'économie productive	10
1.6.1. Non-assainissement et tourisme	10
a) Impact macro-économique - assainissement et marketing touristique	10
b) Impact micro-économique - le surcoût de l'assainissement autonome	11
1.6.2. Non-assainissement et pêche lagonaire	11
1.6.3. Non-assainissement et production d'eau potable	12
1.7. Analyse des impacts sur le cadre de vie	12
1.7.1. Non-assainissement et santé publique	12
1.7.2. Non-assainissement et bien-être de la population	12
a) La qualité de l'espace urbain	12
b) La qualité des eaux du lagon (perçue par la population)	13
1.7.3. Non-assainissement et développement urbain	13
a) Surcoût lié au propre assainissement	13
b) Surcoûts liés aux entraves au développement urbain	13
1.8. Impacts de non-usage du milieu récifo-lagonaire	14
1.9. Conclusions	14
1.9.1. Essai de quantification du non-assainissement	14
1.9.2. Conclusions sur l'assainissement en Polynésie française	15
1.9.3. Conclusions sur la méthodologie employée	15
2/ ASSAINISSEMENT OU NON-ASSAINISSEMENT ?	16
2.1. Le concept d'assainissement	16
2.2. Le concept de non-assainissement	18
2.3. Assainissement et alimentation en eau	18
3/ SITUATION DE L'ASSAINISSEMENT EN POLYNÉSIE FRANÇAISE	20
3.1. Cadre général	20
3.1.1. Climat	20
3.1.2. Morphologie	20
3.1.3. Population	22
3.1.4. Organisation de l'assainissement	22
3.1.5. Milieux récepteurs susceptibles d'être affectés par l'assainissement	23
a) Récepteurs physiques	23
b) Récepteurs biologiques	25
3.2. L'assainissement collectif	27
3.2.1. Aperçu général	27
a) Projets réalisés ou en cours	27
b) Engagements du contrat de projets 2008-2013	27
c) Montants des investissements	27
3.2.2. Bora Bora : Une solution exemplaire mais peu transposable	28
a) Un programme complet d'investissement	28
b) Une tarification moyenne élevée grâce au tourisme	28
c) La récompense du pavillon bleu	29
d) Une problématique d'assainissement pluvial qui reste contrôlable	30
3.2.3. Punaauia : le défi de gérer l'assainissement collectif sans gérer l'eau	30
a) Le programme d'investissement	30
b) Un modèle d'exploitation peu efficace	30
3.2.4. Moorea : Des investissements sans suite	33
3.3. L'assainissement autonome	34
3.3.1. Cadre réglementaire	34
3.3.2. Normes de traitement	34
3.3.3. Etat des lieux 2003-2006	35
3.3.4. Vidange et traitement des boues	35
3.4. Quel assainissement pour l'agglomération de Papeete ?	36
3.4.1. Une situation présente alarmante	36
3.4.2. Les schémas directeurs d'assainissement liquide	36
a) Cadre d'orientations générales	36
b) SDAL de Papeete	36
c) SDAL de Faa'a	37
3.4.3. Les limites de l'assainissement autonome dans une ville	37
a) Le coût des fosses septiques	38
b) Le coût des petites stations autonomes	38
3.4.4. Comparaison des coûts entre assainissement autonome et collectif	39
3.4.5. La question des eaux pluviales	40
3.4.6. Perspectives	41
a) La généralisation de l'assainissement collectif	41
b) La mise en place d'une stratégie cohérente	41
c) Le débat essentiel de la tarification	42
d) La gestion des eaux pluviales	42
e) Traitement et protection du milieu marin	42
3.5. Quel assainissement pour le reste de la Polynésie ?	43
3.5.1. Assainissement autonome ou collectif à Huahine ?	43
3.5.2. Rangiroa : l'assainissement pour sauver l'eau	45
a) La problématique de l'assainissement dans les atolls	45
b) Analyse du cas de Rangiroa	45
c) Réflexions sur le non assainissement dans les atolls	46
3.5.3. Eau potable et assainissement à Hiva Oa (Archipel des Marquises)	46
3.6. Tarification et capacité à payer des ménages	47
3.6.1. Facturation de l'eau et de l'assainissement	47
3.6.2. Capacité à payer l'assainissement	48
a) Revenus des ménages	48
b) Capacité à payer l'assainissement	49
3.7. Typologie par commune	49
4/ TYPOLOGIE DES IMPACTS ET METHODES D'EVALUATION	51
4.1. Approche théorique	51
4.2. Classification des impacts	51
4.2.1. Impacts sur l'économie productive	51
4.2.2. Impacts sur la qualité de vie de la population résidente	51
4.2.3. L'impact sur le patrimoine environnemental	51

5/ IMPACTS SUR LE MILIEU NATUREL	52	7/ IMPACTS SUR LE CADRE DE VIE	74
5.1. Aspects généraux	52	7.1. Impacts sur la santé publique	74
5.2. Démarche adoptée	53	7.1.1. Approche générale	74
5.3. Nuisances potentielles des eaux d'assainissement	53	a) Assainissement et santé publique dans le monde	74
5.3.1. Principales substances nuisibles	53	b) Hiérarchisation des causes des maladies d'origine hydrique	75
5.3.2. Dilution des eaux usées dans les lagons	54	c) Impacts économiques des actions de réduction de la pollution hydrique	75
5.3.3. Mode d'action des polluants sur les milieux récifo-lagonaires	55	7.1.2. Pathologies liées à l'eau en Polynésie française	76
a) Nutriments	55	a) Diarrhées	76
b) Particules en suspension	56	b) Maladies liées au vecteur des moustiques	76
c) Substances toxiques	56	c) Leptospirose	77
5.3.4. Cas avérés de dégradation des récifs coralliens par les eaux usées	56	d) Ciguatera	77
5.4. Dispositifs de surveillance des récifs	56	e) Pathologies liées aux métaux lourds	78
5.4.1. Institutions de recherche et suivi des milieux récifo-lagonaires	56	7.1.3. L'incidence de l'eau non potable	78
5.4.2. Principaux programmes de suivi des récifs	56	7.1.4. L'incidence des déficiences d'assainissement	79
5.5. Etat du milieu récifo-lagonaire dans la zone d'étude	57	7.1.5. Valorisation des impacts sur la santé publique	79
5.5.1. Rappel des causes naturelles de dégradation des récifs	57	a) Aspects méthodologiques	79
a) Les cyclones	57	b) Application à la Polynésie française	80
b) Les phénomènes de blanchissement	58	7.2. Impacts sur la qualité de vie de la population résidente	80
c) Les infestations d' <i>Acanthaster</i> (ou <i>taramea</i>)	58	7.2.1. L'impossibilité d'une étude de type « prix hédoniques »	81
d) Les proliférations phytoplanctoniques des lagons	58	7.2.2. Enquêtes disponibles liées à la perception de l'assainissement	81
5.5.2. Rappel des activités humaines préjudiciables non liées à l'assainissement	58	a) Enquête MEAD / EGIS (Punaauia et Bora Bora)	81
5.5.3. Etat de la qualité de l'eau des lagons	58	b) Enquête 2008 sur la capacité à payer des ménages	81
5.5.4. Etat des récifs coralliens	59	7.2.3. Enquête assainissement 2008	83
a) Tahiti	59	a) Connaissance du mode d'assainissement du logement	84
b) Autres îles	60	b) Les éventuelles nuisances dues au système existant	84
5.6. Eaux d'assainissement et dégradation du milieu récifo-lagonaire	60	c) Appréciation de la qualité des eaux environnantes	84
5.7. Conclusion sur l'impact sur le milieu récifo-lagonaire	61	d) Points de vue sur l'assainissement collectif	86
5.7.1. Analyse qualitative	61	e) Conclusions	86
5.7.2. Eléments d'analyse quantitative	62	7.2.4. Valorisation des impacts sur la qualité de vie	87
6/ IMPACTS SUR L'ECONOMIE PRODUCTIVE	64	7.3. Impacts sur les infrastructures urbaines	87
6.1. Impacts sur l'industrie touristique	64	7.3.1. Surcoût lié au propre assainissement	87
6.1.1. Aperçu du tourisme en Polynésie	64	7.3.2. Surcoûts liés aux entraves au développement urbain	87
a) Capacité hôtelière	64	8/ IMPACTS DE NON-USAGE DU MILIEU RECIFO-LAGONAIRE	89
b) Répartition géographique de l'activité touristique	65	9/ ESSAI DE QUANTIFICATION DU NON ASSAINISSEMENT	90
c) Dépenses des touristes	66	10/ ANNEXE – NOTE METHODOLOGIQUE	93
6.1.2. Enjeux et défis du tourisme polynésien	67	10.1. L'analyse économique	93
a) Un tourisme orienté vers le haut de gamme	67	10.2. L'évaluation de l'inaction	94
6.1.3. Les études sur le sentiment des touristes	68	10.3. La monétarisation des impacts sur l'économie productive	94
6.1.4. L'impact du « non assainissement »	69	10.4. La monétarisation des intangibles	96
a) Synthèse des principales observations	69	10.5. Principales méthodes d'évaluation	96
b) Impact macro-économique : la dégradation de l'image paradisiaque	69	10.5.1. Méthode des coûts de transport	97
c) Impact micro-économique : le surcoût de l'assainissement autonome	70	10.5.2. Méthode des prix hédoniques	97
6.2. Impacts sur la Pêche	71	10.5.3. Evaluation contingente	98
6.2.1. Importance socio-économique de la pêche lagonaire	71	10.6. Les valeurs-guide	99
a) La pratique de la pêche lagonaire	71	11/ BIBLIOGRAPHIE	100
b) La pêche lagonaire professionnelle	72		
6.2.2. Valorisation de la pêche lagonaire	73		
6.2.3. Incidence de l'assainissement	73		
6.3. Impacts sur la production d'eau potable	73		

TABLEAUX

Tableau 1	Punaauia - Consommation d'eau des usagers du service d'assainissement	19
Tableau 2	Typologie des îles	21
Tableau 3	Mode d'évacuation des eaux usées, par commune-2007 (% des logements)	22
Tableau 4	Investissements en assainissement collectif	27
Tableau 5	Contrat d'affermage de l'assainissement de Bora Bora	28
Tableau 6	Données 2007 - Station de traitement de Punaauia	30
Tableau 7	Punaauia - Volumes facturés	31
Tableau 8	Punaauia - Recouvrement et état des impayés au 31/03/08	31
Tableau 9	Punaauia - Comptes SPEA présentés à la SEM pour 2007	31
Tableau 10	Moorea - Proposition de schéma tarifaire	33
Tableau 11	Vidanges et débordements des fosses et puits	35
Tableau 12	Population de l'agglomération de Papeete	36
Tableau 13	Hypothèses du SDAL de Faa'a - Horizon 2025	37
Tableau 14	Assainissement collectif de Faaa - Investissement et coûts d'exploitation	39
Tableau 15	Hypothèses pour la solution assainissement autonome	40
Tableau 16	Assainissement autonome de Faaa - Investissement et coûts d'exploitation	40
Tableau 17	Assainissement de Faaa - Impacts fonciers	40
Tableau 18	Assainissement de Faa'a - Comparaison des coûts	40
Tableau 19	Schéma tarifaire Ville de Papeete - 2009	42
Tableau 20	Population et consommation d'eau à Huahine -2007	43
Tableau 21	Tarifs de l'eau (depuis 01/01/06) - Régie de Huahine	43
Tableau 22	Facturation de l'eau et de l'assainissement par commune, en 2007	48
Tableau 23	Capacité à payer l'eau et l'assainissement, par commune, en 2007	48
Tableau 24	Typologie par commune	49
Tableau 25	Classification des impacts	51
Tableau 26	Principaux polluants et paramètres nuisibles des eaux usées et eaux pluviales	53
Tableau 27	Dilution des eaux usées dans deux lagons de caractéristiques distinctes	55
Tableau 28	Estimation de la valeur économique totale du lagon de Moorea	62
Tableau 29	Hôtels les plus importants (plus de 100 chambres)	65
Tableau 30	Distribution de la capacité hôtelière -2007	65
Tableau 31	Dépenses locales par séjour selon le principal but du voyage en 2005	66
Tableau 32	Impact du tourisme des non résidents	67
Tableau 33	Impact du non assainissement sur le tourisme	70
Tableau 34	Estimation des coûts sociaux des marées noires européennes	71
Tableau 35	Estimation de la production par archipel	72
Tableau 36	Impact du non assainissement sur la production d'eau potable dans les atolls	73
Tableau 37	Réduction de la morbidité liée aux maladies diarrhéiques	74
Tableau 38	Evaluations de Bénéfices sanitaires liés à la réduction de la pollution de l'eau	75
Tableau 39	Potabilité de l'eau, par commune, en 2007	79
Tableau 40	Evolution des cas enregistrés au dispensaire de Punaauia	79
Tableau 41	Impact du non assainissement sur la santé publique	80
Tableau 42	Connaissance de la destination des eaux usées	84
Tableau 43	Les fosses septiques de vos voisins débordent-elles ?	84
Tableau 44	Comment trouvez-vous la qualité de	85
Tableau 45	Points de vue sur l'assainissement collectif	86
Tableau 46	Intérêt de l'assainissement collectif	86
Tableau 47	Qui doit payer pour l'assainissement collectif ?	86
Tableau 48	Impact du non assainissement sur le bien-être	87
Tableau 49	Impact du non assainissement sur la valeur de non usage du milieu récifal lagonaire	89
Tableau 50	Ordres de grandeurs économiques des différents impacts	90
Tableau 51	Degré de confiance et tendance d'évolution des valeurs estimées	92
Tableau 52	Données générales sur l'économie polynésienne	95

FIGURES

Figure 1	Coupe schématique d'un lagon d'une île haute (d'après Lagouy, 2006)	21
Figure 2	Composition du coût estimatif d'assainissement autonome par unité de 400 EH	39
Figure 3	Huahine - Montant moyen accepté de la facture d'eau	45
Figure 4	Caractérisation de certaines communes représentatives	50
Figure 5	Méthodes d'évaluation économique	51
Figure 6	Zones de surveillance du RST	59
Figure 7	Diminution de la résilience des coraux fragilisés par les eaux usées (illustration)	63
Figure 8	Nombre de touristes par an	64
Figure 9	Coefficient moyen de remplissage de l'hôtellerie internationale	64
Figure 10	Îles visitées par les touristes -2005	65
Figure 11	Répartition des dépenses locales par catégorie de dépense	67
Figure 12	Raisons de satisfaction ou d'insatisfaction exprimées par les touristes	69
Figure 13	Ventilation du coût de non réalisation des Objectifs du Millénaire	75
Figure 14	Incidence de quelques affections d'origine hydrique en Polynésie française	76
Figure 15	Mode d'assainissement des eaux usées ménagères, selon la commune	82
Figure 16	Enquête assainissement 2008 - Type de logement par commune	83
Figure 17	Votre branchement d'eau est-il équipé d'un compteur ?	83
Figure 18	Modélisation des flux économiques - Données 2005	95
Figure 19	Méthodes d'évaluation économique	97
Figure 20	Valorisation de l'impact de la pollution par la méthode des coûts de transport	97

DONNÉES GÉNÉRALES

1 Euro = 119,33 F.CFP. 100 F.CFP = 0,84 €

ABRÉVIATIONS

AFD	Agence Française de développement
AMP	Aire Marine Protégée
CAP	Consentement à Payer
CAPL	Chambre de l'Agriculture et de la Pêche Lagonaire
CESC	Conseil Economique, Social et Culturel de Polynésie Française
CET	Centre d'Enfouissement Technique
CHSP	Centre d'Hygiène et de Salubrité Publique
CRILOBE	Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement
CRISP	Initiative pour les Récifs Coralliens du Pacifique Sud
CVM	Contingent Value Method - Méthode d'Evaluation Contingente
D4E	Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale
DALY	Disability-Adjusted Life Year
EH	Equivalent Habitant
EPHE	Ecole Pratique des Hautes Etudes
IEOM	Institut d'Emission d'Outre-Mer
JSPF	Institut de Statistique de Polynésie Française
MEDAD	Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable
MEAF	Ministère de l'Environnement et des Affaires Foncières
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
PGEM	Plan de Gestion des Espaces Maritimes
RST	Réseau de Surveillance sur les récifs et lagons de Tahiti
SDAL	Schéma Directeur d'Assainissement Liquide
SEM	Société d'Economie Mixte
STEP	Station d'épuration
UP	Usager Permanent

Rapport réalisé par ASPA-Utilities sur commande de l'AFD

Directeur de projet - AFD Janique Etienne

Consultants - ASPA Bertrand Dardenne (Chef de projet) - Gilles Roger - Georges Petizon - Pascal de Giudici - Godefroy Picart

Le contenu de ce rapport relève de la seule responsabilité du Consultant et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant l'opinion de l'AFD ou du gouvernement du Territoire de la Polynésie Française

1.1. Cadre de l'étude

La Polynésie Française regroupe 76 îles habitées. La population résidente approche les 260 000 habitants et plus de 220 000 touristes y séjournent chaque année.

Les conditions d'assainissement du Pays sont actuellement très insuffisantes, tant en termes de systèmes collectifs que d'équipements individuels. La situation est préoccupante. Elle menace la santé et le bien-être de la population, et met en péril les activités économiques prédominantes, en particulier le tourisme.

La menace environnementale est d'autant plus grave que les milieux naturels qui font la renommée de la Polynésie sont souvent très fragiles.

La carence du réseau de drainage d'eau pluviale a aussi un impact négatif sur la population de l'agglomération de Papeete. Les fortes pluies de janvier 2007 ont ainsi provoqué d'importants dégâts.

La compétence des communes en matière d'assainissement est renforcée. Mais les estimations faites récemment font apparaître un besoin global d'investissement de l'ordre de 50 à 100 milliards de F CFP.

L'AFD a souhaité établir la présente étude pour appuyer les actions de sensibilisation des élus et responsables politiques sur l'incidence économique de l'absence d'un assainissement adéquat. La réalisation de l'étude a été confiée à ASPA Utilities à la suite d'un appel d'offres. Elle s'est déroulée sur cinq mois, d'octobre 2008 à février 2009.

L'objectif est de faire une évaluation économique du coût de l'absence ou de l'insuffisance d'assainissement, de manière à le comparer aux montants d'investissements à mettre en œuvre pour doter la Polynésie Française d'un niveau d'équipement satisfaisant.

Les termes de références mentionnent deux résultats attendus de l'étude :

- ✓ L'état des lieux des dommages environnementaux et sanitaires résultant du manque d'assainissement
- ✓ L'établissement de méthodologies pour l'évaluation des coûts de ces dommages et l'estimation de ces coûts.

1.2. Définitions

1.2.1. Le concept d'assainissement

Dans le présent rapport, le terme « assainissement » représente l'ensemble des techniques de collecte, transport et/ou traitement des eaux usées et pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel.

- ✓ En ce qui concerne les eaux usées, deux familles de solutions sont envisageables :
- ✓ L'assainissement autonome (fosses septiques ou petites stations de traitement autonomes). L'effluent traité s'infiltré localement ou s'évacue par le réseau de drainage, naturel ou artificiel
- ✓ L'assainissement collectif avec un réseau de collecte de type tout-à-l'égout (unitaire ou séparatif) qui converge vers une ou des stations de traitement. L'effluent traité est ensuite convoyé vers le milieu naturel. En Polynésie, la solution de rejet a priori la plus appropriée est la dilution en mer au moyen d'un émissaire long.

Dans tous les cas, l'existence d'un service d'assainissement assurant des conditions acceptables de santé publique, protection environnementale et conditions de vie pour la population, s'inscrit dans une logique de service public. En ce sens, même l'assainissement individuel reste une solution collective, que le pouvoir public doit encadrer, contrôler, en apportant les moyens collectifs complémentaires (par exemple un centre de réception des boues).

L'assainissement est une technique, et non un objectif en soi. Ce point explique certaines difficultés pour évaluer l'impact de l'assainissement (ou du non-assainissement), dans la mesure où la plupart des impacts observables ne sont qu'en partie liés à l'assainissement, et en partie liés à d'autres domaines, en particulier l'eau potable et la gestion des déchets solides :

✓ L'eau potable et l'assainissement des eaux usées ne sont que les deux faces d'une même médaille. On constatera au long du rapport que nombre des carences de la situation de l'assainissement en Polynésie française résultent principalement d'une gestion insatisfaisante des services d'eau potable ;

✓ De même, un bon service d'assainissement liquide va nécessairement de pair avec un bon service de collecte et traitement des déchets solides. L'assainissement produit des boues, dont une partie au moins devra finir dans des centres d'enfouissement. Une mauvaise gestion de la collecte des ordures rend par ailleurs problématique l'exploitation des réseaux d'égouts, tant pluviaux que sanitaires. Surtout, dans le cadre spécifique du sujet de la présente étude, le retour économique d'une amélioration de la qualité des eaux d'un lagon par traitement des eaux usées, pour prendre un exemple simple, ne sera que marginal si le même lagon reste souillé par des ordures. Il fera toujours fuir les touristes et plaisanciers.

L'assainissement (eaux usées) coûte relativement cher, à peu près autant, voire un peu plus que le service d'eau potable. Il ne se résume pas à une simple question d'équipements et d'investissement. L'assainissement est avant tout un service, dont les coûts d'exploitation courante sont en règle générale du même ordre que les coûts d'amortissement ou de provision relatifs aux investissements.

1.2.2. Le concept de « non-assainissement »

Le coût de l'inaction face aux défis environnementaux fait l'objet de diverses études et publications récentes. Cette approche a pour objectif de recourir aux méthodes d'analyse économique qui sont habituellement employées pour comparer le résultat d'un projet avec la situation qui résulterait « sans projet ».

Le concept de « non-assainissement » est fondamentalement intuitif. Il permet d'ouvrir un autre angle d'analyse face à la problématique de l'assainissement.

Un certain niveau d'assainissement existe déjà en Polynésie française, et il ne saurait être question de s'efforcer à analyser ce qu'il en serait si ces infrastructures existantes étaient subitement supprimées. Mais cet assainissement est loin d'être parfait, ni même de répondre correctement aux normes minimales qu'il conviendrait d'en attendre. On cherchera donc à évaluer le coût économique qui résulterait si une nouvelle dynamique n'est pas donnée.

En parlant de « non-assainissement », il est essentiel de bien percevoir que plusieurs dimensions se juxtaposent :

✓ Une carence d'infrastructures, qui revient à une question d'investissements et de moyens financiers

✓ Un service déficient, qui n'apporte pas à la population ce qu'elle est en droit d'attendre. Il s'agit alors plutôt d'une question d'organisation collective et de capacité de gestion que de moyens financiers

✓ Un manque de stratégie, d'anticipation des besoins futurs, de mise en place d'une politique environnementale suffisamment claire et structurée.

1.3. Situation de l'assainissement en Polynésie française

L'établissement d'un bilan approfondi de la situation de l'assainissement en Polynésie française n'est pas l'objet du présent rapport. L'identification des traits généraux de la problématique actuelle est toutefois indispensable pour encadrer l'analyse des impacts du « non-assainissement » en Polynésie française.

On séparera cette analyse en deux univers, sensiblement distincts en ce qui concerne cette problématique : l'agglomération du grand Papeete et le reste du Pays.

1.3.1. L'agglomération de Papeete

D'une manière générale, l'agglomération de Papeete représente une situation assez unique aujourd'hui (du moins dans le monde développé) d'une ville de plus de cent mille habitants qui n'a pas de système généralisé de tout-à-l'égout.

Hormis une partie de Punaauia et quelques pâtés de maisons du centre de Papeete où des réseaux sont en cours d'implantation, l'assainissement des eaux usées fonctionne basiquement sur le modèle de systèmes individuels : fosses septiques ou petites stations autonomes (environ ? des domiciles et beaucoup de bâtiments non résidentiels).

Malgré des normes imposées (permis de construire) et les efforts réalisés par le CHSP pour contrôler le fonctionnement de la multitude d'équipements éparpillés qui en résulte, la solution d'un schéma d'assainissement autonome ne fonctionne pas de façon satisfaisante. Il serait utopique d'imaginer le contraire. L'assainissement autonome n'est clairement pas adapté pour une ville de cette taille, avec le degré de densité urbaine qu'atteignent ses parties centrales.

Les arguments en défaveur de l'assainissement autonome sont liés aux questions d'espace (l'assainissement autonome requiert un espace important, si l'on somme la prise au sol de toutes les fosses et toutes les unités de traitement), de difficulté de contrôle (il suffit qu'une résidence ne gère pas correctement son assainissement pour que l'environnement sanitaire et esthétique de tout le voisinage en soit affecté), et surtout de coût collectif.

A partir d'un certain niveau de densité urbaine, il devient économiquement plus rationnel d'adopter une solution collective. L'assainissement individuel coûte plus cher, ou plus exactement, il devrait coûter plus cher s'il était correctement réalisé, de manière à répondre aux normes et exigences désirées.

Il s'agit ici d'un premier impact économique de « non-assainissement », au sens d'un mauvais choix de la stratégie d'assainissement pour l'agglomération de Papeete. Peu importe dans ce cadre de savoir si cette situation correspond à un choix délibéré en faveur de solutions individuelles ou n'est que la conséquence d'un manque passé d'anticipation des pouvoirs publics face à la nécessité croissante de réaliser des égouts et d'organiser un service collectif.

Le chapitre 3.4 présente une évaluation du surcoût économique qu'entraînerait un assainissement individuel correctement réalisé par rapport à une solution collective pour l'ensemble de l'agglomération de Papeete. Ce surcoût est de l'ordre de 50 %, soit environ 60 F/m³. Il en résulte un premier coût de « non-assainissement » (plutôt de « mal assainissement ») de l'ordre de 700 MF CFP par an. Ce chiffre appelle cependant plusieurs commentaires :

- ✓ Cette valeur dépend fortement du volume d'eau potable consommé par tête d'habitant. La dotation prônée de 300 l/hab.jour sur laquelle sont bâtis les schémas directeurs est fictive et ne correspond à aucune réalité présente ou future.
- ✓ Le coût considéré pour l'assainissement individuel prend pour hypothèse situation théorique (et utopique) dans laquelle le système fonctionne pleinement et répond aux normes urbaines et environnementales en vigueur. Dans la pratique, le coût réel est largement inférieur : la vidange des boues n'est que partielle, les efforts de maintenance des fosses et stations sont souvent insuffisants. Ce qui fait que l'assainissement individuel ne répond pas aux normes.
- ✓ Le frein au développement économique du centre ville du fait du manque d'espace pour loger les stations autonomes n'est pas pris en compte dans ce calcul.

1.3.2. Le reste du Pays

En dehors de l'agglomération de Papeete, l'aménagement de la Polynésie française se caractérise par une absence de véritable ville. Il s'agit plutôt de villages, pouvant compter jusqu'à deux ou trois mille habitants pour les principaux, qui restent peu denses.

A l'exception des zones de forte concentration hôtelière (Bora Bora et quelques parties de Moorea), on se trouve typiquement dans des situations d'aménagement urbain où les deux stratégies sont a priori envisageables : l'assainissement collectif et l'assainissement autonome.

Dans les îles hautes, il semble que l'assainissement autonome reste la stratégie la plus recommandable, du moins tant que celle-ci reste administrable. A moins d'une prévision de croissance exceptionnelle, l'assainissement collectif est alors une sorte de « Plan B », à n'anticiper que lorsque la collectivité n'a pas su gérer son urbanisation, et que les conditions sanitaires ou environnementales en deviennent menacées.

La question est plus complexe dans les atolls, où la ressource en eau est rare. Indépendamment d'une densité d'urbanisation qui reste faible, la préservation de la nappe phréatique (lentille d'eau douce) devient un enjeu primordial.

1.3.3. L'expérience de l'assainissement collectif

La présence de réseaux collectifs est relativement récente et reste limitée à quelques projets.

Bora Bora

Seule l'île de Bora Bora peut aujourd'hui afficher l'existence d'un système complet (collecte + traitement) qui couvre la globalité de sa population et des hôtels qui constituent sa principale ressource économique. Le système mis en place à Bora Bora est globalement satisfaisant, et sans doute approprié aux cadre économique particulier d'un site exceptionnel marqué par une forte présence d'un tourisme haut de gamme, mais guère reproductible dans les autres communes.

- ✓ Le coût d'exploitation est très élevé, supérieur à 150 F/m³, sans prendre en compte un éventuel amortissement (ou provisions pour renouvellement) des investissements qui ont été réalisés grâce à des dons (FED).
- ✓ L'équilibre des comptes d'exploitation tient sur une forte péréquation (ou subvention croisée) des hôtels (280 F/m³) vers la population résidente (30 F/m³). C'est en fait la vingtaine d'hôtels de luxe qui couvre plus de 80 % des coûts d'exploitation du système pour l'ensemble de l'île.

Punaauia

Au sein de l'agglomération de Papeete, le projet en cours d'implantation de Punaauia constitue la première initiative d'assainissement collectif. Les principaux équipements ont déjà été réalisés et le système est opérationnel sur une partie de la ville.

On ne peut toutefois considérer que Punaauia constitue pour l'instant une expérience propre à inspirer les autres communes.

La construction des infrastructures n'a pas été accompagnée par la mise en place d'un modèle de gestion du service qui soit approprié et durable. La société d'économie mixte est en faillite virtuelle, les tarifs sont contestés, le taux de recouvrement est inférieur à 60 %. Il y a actuellement une nécessité urgente de remettre à plat le schéma institutionnel opérationnel et financier de l'assainissement de Punaauia.

Moorea

Sur l'île de Moorea, des équipements d'assainissement collectif ont été réalisés à Haapiti, sous l'impulsion du Territoire. Mais le système n'est pas exploité, la mairie n'étant pas intéressée à reprendre le projet s'il faut qu'elle en assume les coûts d'exploitation.

1.3.4. Les nouvelles perspectives

La loi organique de 2004 renforce la responsabilité des communes en matière d'adduction d'eau potable, de collecte des déchets et d'assainissement des eaux usées. En matière d'assainissement, le délai de mise en oeuvre de cette décision est fixé à fin 2020 au plus tard. Par ailleurs, le contrat de projets établi pour 2008-2013 reconnaît l'assainissement comme un objectif prioritaire de la politique d'aménagement soutenue par l'Etat français. Le budget d'investissement sectoriel annoncé pour la période s'élève à 6,7 milliards de F CFP, alors que l'on estime entre 40 et 50 milliards de F CFP le montant total d'investissement en assainissement qu'il faudrait considérer pour combler le retard pris par la Polynésie française.

A l'heure actuelle, diverses réflexions sont en cours pour développer l'assainissement collectif, en particulier dans les différentes municipalités du grand Papeete.

1.4. Typologie des impacts et méthodes d'évaluation

1.4.1. Approche théorique

L'approche théorique de l'évaluation quantitative des impacts est présentée en annexe (voir chapitre 10). Cette note introduit les concepts tels que valeurs d'usage et de non usage, valeurs d'option, d'existence et de legs, et détaille aussi les principales méthodes d'évaluation qui sont usuellement employées pour quantifier les impacts.

Dans le cadre de la présente étude, les impacts du « non-assainissement » sont classés en plusieurs types :

- ✓ Impacts sur l'économie productive (valeur d'usage de biens marchands)
- ✓ L'industrie touristique
- ✓ La pêche lagonaire
- ✓ La production d'eau potable
- ✓ Les impacts sur la qualité de vie de la population (valeur d'usage de biens non marchands)
- ✓ La santé publique
- ✓ Le bien-être de la population
- ✓ L'aménagement et le développement urbain
- ✓ Les impacts sur le patrimoine environnemental (valeur de non usage)

Classification des impacts		
IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE PRODUCTIVE Valeur d'usage directe de biens de consommation marchands	IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE VIE DE LA POPULATION RÉSIDENTE Valeur d'usage directe de biens non marchands	IMPACTS SUR LE PATRIMOINE ENVIRONNEMENTAL Valeurs de non usage (existence, option et legs)
Industrie touristique	Santé publique	Préservation des lagons et récifs
Pêche	Bien-être de la population	
Alimentation en eau	Aménagement urbain	

1.5. Analyse des impacts sur le milieu naturel

L'analyse se concentre sur l'impact des eaux usées sur le milieu récifo-lagunaire. En effet, les eaux pluviales finissent toujours par y déboucher, quelle que soit la forme du système de drainage pluvial. Les autres milieux récepteurs sont peu touchés, si ce n'est très localement :

- ✓ Les concentrations urbaines polynésiennes sont essentiellement sur le littoral. La pollution par les eaux usées n'affecte pas les rares cours d'eau des îles hautes, en dehors des basses vallées de ceux qui sont insérés dans le tissu urbain, et qui sont déjà artificialisées.
- ✓ Les rejets en mer ouverte n'ont lieu que dans les îles sans lagon (Marquises), où les densités populationnelles restent très faibles face à la capacité de dilution et d'autoépuration de l'océan.

Les récifs coralliens et les lagons qu'ils délimitent forment un élément essentiel du paysage et de l'identité culturelle de la Polynésie française. Ils ont en ce sens une valeur économique indéniable, constituée à la fois par des valeurs d'usage direct ou indirect (tourisme, pêche, loisirs et cadre de vie de la population) et des valeurs de non-usage, liées à leur simple existence et à l'importance de conserver ce patrimoine exceptionnel pour les générations futures.

L'estimation de la Valeur Economique Totale (VET) de systèmes récifo-lagonaires a fait l'objet d'études dans diverses régions du monde où ce milieu naturel est présent. En Polynésie française, on prendra comme référence la récente thèse de M. Mahé Charles (2007) qui aboutit à une VET de 7,88 milliards de F CFP par an pour le seul système récifo-lagunaire de Moorea, soit 1,5 MF/ha.an.

Environ 60 % de cette VET correspond à des usages directs de loisir et tourisme et 30 % à des usages indirects (valeur esthétique).

Ainsi, la valorisation économique totale du milieu naturel des lagons et récifs est un sujet relativement bien étudié. Les ordres de grandeur des chiffres obtenus sont souvent élevés. En contrepartie, les études sur l'impact des eaux usées sur les systèmes récifo-lagonaires sont plus rares, et peu transposables au cas polynésien. La présente analyse s'attache donc à établir un bilan, tout d'abord qualitatif, des mécanismes qui lient l'apport d'effluents insuffisamment traités et la dégradation des lagons et des récifs.

Il en ressort deux effets principaux :

- ✓ La fragilisation des coraux
- ✓ La menace sur l'équilibre écologique des lagons par enrichissement en nutriments, également appelé eutrophisation.

1.5.1. Fragilisation des récifs coralliens

Les récifs coralliens sont le produit d'une chaîne complexe d'organismes vivants. Ils sont périodiquement endommagés par des causes essentiellement climatiques (cyclones, blanchissements) ou biologiques (pullulation d'étoiles de mer corallivores du genre *Acanthaster*) puis reconquièrent progressivement leur espace (« résilience ») selon des cycles d'une durée de l'ordre de 10 à 15 ans. Les eaux d'assainissement (eaux usées et eaux pluviales) insuffisamment traitées et rejetées dans les lagons peuvent contribuer à la dégradation des récifs coralliens par une fragilisation chronique des coraux, organismes très sensibles aux variations physico-chimiques du milieu qui diminuent leur croissance. Plus vulnérables aux agressions prédatrices et concurrentielles des autres organismes, les coraux sont handicapés dans la conquête de nouveaux espaces ou la reconquête d'espaces qu'ils ont perdus. Il faut également compter avec la sensibilité des coraux aux substances toxiques, notamment les hydrocarbures.

Si jusqu'à présent en Polynésie française, les eaux d'assainissement ne peuvent être tenues responsables de disparitions massives de coraux surtout causées par des cataclysmes (cyclones, blanchissements, invasions d'*Acanthaster*) ou par d'autres activités humaines dévastatrices (extraction de « soupe de corail », remblaiement de récif), elles n'en exercent pas moins une pression constante sur ces organismes.

Cette pression se traduit par une fragilisation du corail, une diminution de sa richesse générique et un handicap dans sa reconstitution suite à des événements destructeurs. En certains endroits très urbanisés ou aménagés touristiquement, tels qu'à Tahiti et à Moorea, ne pas améliorer l'assainissement liquide conduira à une dégradation qualitative marquée, lente mais irréversible, des récifs coralliens.

1.5.2. Eutrophisation des lagons

Les eaux usées non traitées sont riches en nutriments assimilables (azote, phosphore, potassium) qui profitent essentiellement aux végétaux marins macro et microscopiques, dotés d'une forte capacité de prolifération. La pullulation de ces végétaux dans le milieu, soit sur le fond du lagon (algues macroscopiques) soit dans la colonne d'eau (algues microscopiques) est nommée eutrophisation. Dans les lagons, deux types d'eutrophisation sont observés:

- ✓ Une eutrophisation lente qui se traduit par une prolifération des macro-algues susceptibles d'étouffer les coraux par privation de lumière et inhibition du développement (recrutement) des larves coralliennes. Il faut noter que ce phénomène est d'autant plus néfaste que les coraux sont également fragilisés par les eaux usées.

- ✓ Une eutrophisation explosive qui se traduit par une pullulation extrême (bloom) d'algues microscopiques. Les eaux du lagon prennent alors une teinte verte ou rouge. La décomposition des organismes algaux qui suit la prolifération entraîne une chute rapide de l'oxygène dissous dans l'eau et une forte mortalité des organismes, en particulier du corail. Ce phénomène correspond à un apport inhabituel de nutriments dans le lagon, par exemple lié à l'arrivée massive de particules de sols contenant des éléments fertilisants suite à une longue période de pluie. De tels phénomènes sont rares, mais ont déjà été observés. Le bloom algal survenu dans le lagon sud de Bora Bora en décembre 2001 a marqué les esprits.

1.5.3. Etat actuel et menaces sur le système récifo-lagonaire

L'analyse des campagnes de mesure réalisées en 2006 par le Réseau de Surveillance du milieu lagonaire de Tahiti (RST-2007) montre, pour les lagons de l'île de Tahiti, que les risques d'eutrophisation restent pour l'instant relativement faibles, même si la précision de certaines mesures est parfois insuffisante. D'une manière générale, l'état des lieux réalisé par le RST montre que le lagon et son récif restent pour l'instant relativement préservés, même au droit de l'agglomération de Papeete. Mais des indices de dégradation sont palpables.

L'impact du « non-assainissement » sur ce milieu naturel récifo-lagonaire est difficile à quantifier. Il constitue plus une menace à long terme qu'une réalité à court terme.

De plus, l'afflux excessif d'eaux non traitées dans les lagons n'est qu'une des formes d'action anthropique qui contribuent à la dégradation de cet environnement fragile. Il s'associe à d'autres facteurs, tels que l'extraction de soupe de corail, les remblaiements et l'artificialisation des cotes, la pollution hydrique d'origine agricole, et surtout les apports terrigènes favorisés par un aménagement du territoire qui accélère l'érosion des sols.

1.6. Analyse des impacts sur l'économie productive

1.6.1. Non-assainissement et tourisme

Le tourisme constitue la première activité économique de la Polynésie française, qui reçoit chaque année près de 220.000 touristes. Les touristes internationaux ont rapporté 42 milliards de F CFP en 2005, soit 2,5 fois le montant des exportations de

produits locaux. L'activité touristique reste toutefois concentrée sur quelques îles : Tahiti (porte d'entrée obligée plus que destination finale), Bora Bora et Moorea se partagent 70 % de la capacité hôtelière de l'ensemble du Pays.

Le tourisme est surtout orienté vers le haut de gamme. La Polynésie a su conserver, du moins face au reste du monde, l'image d'un paradis terrestre, but d'un voyage d'exception. Les lagons et leur faune sous-marine constituent un des atouts majeurs. En contrepartie, la Polynésie reste une destination chère, lointaine et concurrente par d'autres destinations qui proposent des produits relativement similaires.

L'ISPF réalise tous les deux ans, depuis 2002, une enquête de satisfaction auprès des touristes internationaux ayant visité la Polynésie française.

Parmi les motifs d'insatisfaction déclarés par les touristes, les prix élevés apparaissent comme le principal point noir, mais la pollution et les nuisances faites à l'environnement ont été citées par 7 % des touristes en 2006. Cette inquiétude va croissant. On la retrouve aussi dans les guides touristiques : certains mettent en avant le retard de la Polynésie française en matière d'environnement urbain, et citent expressément l'absence de réseaux d'égouts (sauf à Bora Bora) comme un argument en défaveur de la destination.

On distinguera deux formes d'impact du « non-assainissement » sur l'économie touristique.

a) Impact macro-économique assainissement et marketing touristique

Le raisonnement appliqué est le suivant :

- ✓ D'un point de vue économique, la Polynésie française profite d'une rente constituée par son image exceptionnelle. C'est cette image qui justifie que des touristes soient prêts à se déplacer aussi loin, et à payer cher. Il est essentiel de préserver, voire d'intensifier, ce capital lié à un environnement idyllique, qui contribue en grande partie à la valeur ajoutée captée par l'industrie touristique.

- ✓ Le secteur nautique domine l'offre d'activités touristiques. L'eau est au centre de toutes les attentions. L'environnement est le maître mot, et le deviendra chaque jour plus encore. Le tourisme haut de gamme vise l'excellence. La Polynésie française ne peut se contenter d'être dans une bonne moyenne. Il faut être parfait, en particulier quant à la protection des lagons.

- ✓ La plupart des touristes ne font qu'un séjour en Polynésie. Tout autant que la réalité d'éventuelles pollutions constatées ici ou là, c'est l'image générale divulguée à l'étranger qui importe. Il est probable que quelques reportages divulgués dans les pays émetteurs montrant une dégradation des conditions sanitaires en Polynésie française auraient une incidence profonde, et peut être durable, sur le taux de fréquentation des touristes, indépendamment des faits réels.

- ✓ Papeete n'est pas en général la destination finale des voyageurs, mais c'est la porte d'entrée, le passage obligé, où se forme la première opinion du visiteur. Papeete participe donc activement à l'image de marque de la Polynésie. Il semble que les 7 % d'opinion négatives exprimées par les touristes sur la pollution et l'état de l'environnement polynésien sont plus liés à leur transit dans l'agglomération de Papeete qu'aux conditions de séjour qu'ils ont ensuite pu connaître dans les sites plus éloignés.

- ✓ Mais comment communiquer sur une politique volontariste de préservation environnementale, à l'instar de ce que font les destinations concurrentes, avec le talon d'Achille d'un grand Papeete qui n'a même pas de tout-à-égout ? Tout dérapage observable, même local et temporaire, dû à la précarité du système d'assainissement en place peut coûter très cher à l'image touristique.

- ✓ En ce sens, on défendra ici que c'est Bora Bora qui a raison. D'un point de vue technique, on peut discuter sur l'intérêt d'y avoir opté pour une stratégie d'équipements en assainissement aussi lourde et onéreuse.

D'autres solutions entraînant des coûts d'exploitation moins élevés auraient sans doute pu être étudiées. Mais le fait est là : Bora Bora a son pavillon bleu. En termes d'assainissement, l'île est en mesure de garantir avec assurance les exigences d'un tourisme de plus en plus exigeant. Le coût de l'assainissement, supporté à 80 % par les hôtels, est élevé, mais ne correspond qu'à 400 F CFP par nuitée vendue.

Dès lors, on peut affirmer que l'impact négatif des carences d'assainissement, en particulier dans le grand Papeete, sur la macro-économie touristique est élevé. Encore une fois, il s'agit plus d'une menace qui plane sur l'image générale de la destination que d'une réalité mesurable à partir de faits observables. Et encore une fois, l'assainissement n'est qu'un élément parmi d'autres qui se juxtaposent pour contribuer à cette menace (la question des ordures ménagères est en particulier plus facilement visible et très directement perçue par les touristes).

Il serait donc péremptoire de quantifier précisément l'impact économique du « non-assainissement » sur l'économie touristique. On peut toutefois estimer des ordres de grandeur, qui aboutissent à la conclusion que le péril sur l'industrie touristique est, d'assez loin, le principal coût économique du manque d'une stratégie d'assainissement plus volontariste de la part du Pays. En prenant l'hypothèse selon laquelle la dévalorisation de l'image touristique liée au « non-assainissement » affecte la fréquentation touristique de 10 %, cet impact se solde par une perte de chiffre d'affaires de l'ordre de 4,2 milliards de F CFP par an, soit une perte en valeur ajoutée pour le Pays qui approche les 2 milliards de F CFP par an.

b) Impact micro-économique le surcoût de l'assainissement autonome

Par ailleurs, l'approche micro-économique consiste à évaluer l'incrément de coût direct que l'assainissement autonome induit sur l'activité touristique réceptive, en particulier l'hôtellerie. En considérant que les hôtels sont plus ou moins obligés, de par la nature de leur activité, d'assurer un assainissement à peu près convenable de leurs propres effluents, l'absence de réseau et traitement collectif les entraînent dans des coûts de station autonome qui sont élevés (et pour un résultat souvent pauvre).

Ce surcoût sur l'activité hôtelière qui n'est raccordée à un réseau (hors Bora Bora et Punaauia) est de l'ordre de 76 MF CFP par an. Selon le modèle tarifaire adopté, ce montant serait réinjecté dans l'économie territoriale si l'assainissement collectif était généralisé :

- ✓ soit sous forme de marge brute pour l'hôtellerie, si leur tarif spécifique reste proche du coût moyen du m³, et donc inférieur au prix payé aujourd'hui pour un assainissement autonome,
- ✓ soit sous forme de subvention croisée pour les autres consommateurs d'eau potable, si les hôtels paient plus cher que le coût moyen, et contribuent par ce biais à réduire le prix du service pour les autres consommateurs.

1.6.2. Non-assainissement et pêche lagonaire

La pêche lagonaire est une activité qui représente un chiffre d'affaires estimé à 3,5 milliards de F CFP par an pour l'ensemble de la Polynésie française, dont 2 milliards fait l'objet d'échanges marchands. Outre son importance économique qui reste relativement modeste, la pêche lagonaire a un impact fort sur le plan social (source prédominante de protéines peu chères dans l'alimentation de la population pauvre) et sur le plan culturel (élément fondamental de la culture polynésienne).

L'étude réalisée mène à la conclusion que les carences d'assainissement n'ont qu'une influence marginale sur le développement de la pêche lagonaire. Le problème n'est pas vécu comme une menace par les pêcheurs professionnels, qui sont plus concernés par d'autres menaces d'origine anthropique.

Le lagon qui baigne l'agglomération de Papeete mérite évidemment une attention particulière. Même s'il reste dans des normes en général acceptables, du moins en dehors des périodes de fortes pluies, il est suffisamment pollué pour que la qualité du poisson qui y est pêché soit systématiquement suspecte. Mais y-a t'il un sens à vouloir promouvoir une pêche commerciale dans un lagon qui reçoit les eaux d'une ville de 100.000 habitants et qui est traversé par un port, quelle que soit la performance des mesures de protection sanitaire et la qualité des infrastructures d'assainissement qui aient pu être mises en place ?

1.6.3. Non-assainissement et production d'eau potable

En Polynésie française, la relation entre assainissement et production d'eau potable se restreint essentiellement aux atolls. En effet, la production d'eau potable dans les îles volcaniques est généralement réalisée dans la partie haute, en amont des zones habitées. Elle est donc a priori protégée de la contamination par les eaux usées.

Dans les atolls, par contre, la seule ressource d'eau douce disponible vient de la nappe phréatique qui constitue des lentilles d'eau douce, ou du moins faiblement salée, sous les motus. La solution de l'assainissement individuel par fosses septiques, même si elle est correctement réalisée, ne permet pas de garantir la non-contamination de la précieuse nappe superficielle.

Dans ce cadre, le concept de « non-assainissement » à prendre en compte correspond à une absence de solution collective avec réseau de collecte et envoi en mer des effluents plus ou moins traités, par rapport à une solution incorporant un assainissement individuel avec fosses.

Malgré les systèmes de collecte d'eau de pluie qui ont été développés, la population des atolls vit en général en état de carence en eau potable, bien rare et cher, perpétuellement rationné.

Les données existantes ne permettent pas d'évaluer avec précision la quantité d'eau potable qui pourrait être mobilisée si, grâce à un assainissement collectif, les lentilles d'eau existantes n'étaient pas polluées sous les quelques centres urbanisés des Tuamotu. En prenant une estimation grossière de 600.000 m³/an, et en la valorisant au prix marginal de production d'eau potable par dessalement, on aboutit à un ordre de grandeur de 90 M F CFP par an, essentiellement concentré sur les zones habitées des Tuamotu (Rangiroa, Fakarava, Hao).

1.7. Analyse des impacts sur le cadre de vie

1.7.1. Non-assainissement et santé publique

Trois facteurs contribuent à la propagation de maladies d'origine hydrique :

- ✓ La non-potabilité de l'eau
- ✓ Les mauvaises conditions d'hygiène (à l'intérieur des habitations)
- ✓ Les carences d'assainissement (à l'extérieur des habitations).

La contribution relative de chacun de ces facteurs est difficile à déterminer. La littérature internationale montre toutefois à ce sujet que là où l'eau n'est pas potable (comme c'est le cas dans la plupart des communes de Polynésie française), l'alimentation en eau reste le principal facteur de morbidité et mortalité. D'une manière générale, on peut estimer qu'à conditions de vie et d'hygiène domestique égales, la réalisation d'une desserte en eau potable a un impact deux fois supérieur à celui résultant de la réalisation d'un système satisfaisant d'assainissement, en termes de réduction des maladies d'origine hydrique.

Parmi ces maladies d'origine hydrique, les infections de type diarrhéiques représentent le type le plus courant et constituent le gros de l'impact économique du « non-assainissement » sur la santé publique en Polynésie française.

En effet, d'autres pathologies plus graves, telles que la leptospirose, restent rares, et on ne recense pas de cas de choléra. L'étude aborde aussi en détail d'autres endémies, notamment celles comme la dengue qui sont transmises par les moustiques, ou la cigüatera, transmise par les poissons. Elle en conclut que le lien entre les carences d'assainissement et l'incidence de ces pathologies reste ténu, voire pratiquement absent dans le cas de la cigüatera.

En ce qui concerne les maladies diarrhéiques, on estime à environ

18.000 cas par an l'incidence pour l'ensemble du Pays, sachant que probablement les deux tiers ne sont pas répertoriés dans les statistiques de santé publique (automédication). Ce chiffre reste élevé, même si les statistiques montrent une importante baisse des taux d'hospitalisation depuis 1970. La situation est particulièrement critique dans les Tuamotu et les Marquises (population relativement pauvre et accès à l'eau précaire) où le taux d'incidence reste très supérieur.

L'application d'une méthode « classique » de quantification de l'impact de l'assainissement sur la santé publique, on aboutit à une valeur de l'ordre de 970 MF CFP par an. Cette valeur est probablement surestimée, car une part importante des épisodes diarrhéiques se concentre aux Tuamotu ou aux Marquises, où les faibles concentrations populationnelles restreignent l'effet d'un assainissement déficient.

1.7.2. Non-assainissement et bien-être de la population

L'impact de l'assainissement ou de son absence sur la qualité de vie de la population résidente est difficile à appréhender, et plus encore à quantifier (au-delà de la santé publique au sens strict du terme et des retombées sur les activités productives, qui ont été vues précédemment).

D'une manière générale, il est de deux ordres :

- ✓ Les impacts sur la qualité de l'espace urbain proprement dit, qui sont liés aux conditions de collecte des eaux usées et à la qualité des aménagements de drainage pluvial. Il s'agit ici de la qualité de l'environnement immédiat des lieux d'habitations (propreté, esthétique, odeurs, etc.)
- ✓ Les impacts sur le milieu récepteur (le lagon) qui sont liés aux conditions de traitement des eaux usées avant rejet. Ils altèrent les possibilités de loisir (baignade, pêche récréative, etc.) ou tout simplement la beauté du site qui contribuent à la qualité de vie de la population résidente.

a) La qualité de l'espace urbain

Une méthode traditionnelle de valorisation de cet impact consisterait à réaliser une analyse de type « hédonique », en se basant sur l'influence de l'assainissement dans la formation des prix immobiliers. Le manque de données disponibles sur la structure de ce marché immobilier (pour l'agglomération de Papeete) fait cependant qu'il serait aussi illusoire que fastidieux d'entreprendre une telle démarche.

L'approche suivie dans l'étude reste donc plutôt qualitative, tout en s'appuyant sur un sondage réalisé sur des foyers répartis dans les trois communes de Papeete, Faa'a et Punaauia (partie de la commune équipée en assainissement collectif).

Il ressort de cette enquête que :

- ✓ La population connaît mal la destination de ses propres eaux usées. 24 % des personnes sondées déclarent ne pas savoir où vont leurs eaux usées à la sortie immédiate de leur habitat, et 61 % ne savent pas où ces eaux partent ensuite. Seulement 13 % affirment qu'elles finissent dans le lagon.
- ✓ Les habitants semblent faiblement affectés par les nuisances liées au système existant. 15 % se plaignent toutefois de débordements occasionnels des fosses de leurs voisins, et 23 % se plaignent de mauvaises odeurs.
- ✓ Le point de vue sur l'assainissement collectif est globalement très positif. 81 % le jugent plutôt utile ou très utile. Les principales raisons invoquées sont liées à une amélioration de l'hygiène (30 %) et de l'environnement (28 %), à une réduction de la pollution et des mauvaises odeurs (17 %). 10 % présentent comme première raison le fait que l'assainissement collectif coûterait moins cher.
- ✓ Le fait le plus surprenant est qu'à la question sur qui doit payer pour l'assainissement collectif, 60 % répondent que ce devrait être

à la commune, alors que seulement 29 % pensent que ce devrait être aux consommateurs d'eau de payer. La proportion n'est pas sensiblement distincte à Punaauia, où un réseau a déjà été installé, et où la question tarifaire fait débat.

Ces conclusions corroborent celles obtenues par une autre enquête effectuée précédemment sur la capacité à payer des ménages dans 6 communes, qui conduit à souligner :

✓ La méconnaissance générale sur les questions d'assainissement

✓ Une insatisfaction relativement faible à Tahiti mais plus élevée dans les autres îles. En termes de quantification de l'impact économique, des enquêtes plus lourdes de type évaluation contingente (préférences déclarées) seraient nécessaires pour pouvoir avancer des chiffres. D'une manière générale, on constate que la mise en place d'un réseau collectif à Punaauia ne semble pas être vécue par la population résidente comme une révolution quant à la qualité de son environnement immédiat. En l'absence de données plus fines, on évitera donc d'avancer une valorisation autre que marginale pour l'impact sur la qualité de l'espace urbain résultant d'un réseau d'assainissement collectif face au « non-assainissement » constitué par le maintien des solutions d'assainissement autonome.

b) La qualité des eaux du lagon (perçue par la population)

Mais l'assainissement des eaux usées ne se résume pas qu'à la collecte de ces eaux, qui est sensée améliorer l'espace urbain proprement dit. Il incorpore aussi le traitement des effluents avant leur envoi vers le milieu naturel.

L'enquête réalisée sur les trois communes de Papeete, Faa'a et Punaauia, aborde aussi la perception qu'ont les habitants de la qualité de l'eau du lagon et des rivières locales.

La population fait une séparation nette entre la situation en période de fortes pluies et celle en période sèche. Les trois quarts des personnes questionnées se déclarent insatisfaites de la qualité de l'eau du lagon après les fortes pluies. La proportion tombe vers 40 % en période sèche, dont 20 % très insatisfaites, quand le lagon ne reçoit que les pollutions « courantes » de la ville.

Ce chiffre est à la fois peu et beaucoup. Il montre qu'une partie non négligeable de la population riveraine n'a pas confiance dans la qualité de l'eau du lagon. Ces gens éviteront de s'y baigner, préférant faire des kilomètres pour aller vers des plages plus distantes mais considérées comme plus propres. Cependant, une majorité conserve une idée positive de l'eau du lagon.

A l'heure actuelle, 58 % des 36 points surveillés en zone urbaine, de Paea à Mahina, sont propres à la baignade, et 36 % sont en catégorie C (momentanément pollués, souvent en époque pluvieuse). Seuls 2 points sont en catégorie D, sur une plage de Mahina qui est interdite à la baignade. Ces chiffres sont de 2007. Ils sont représentatifs de la situation observée depuis 2000, qui reste relativement constante.

La vraie question qu'il faudrait se poser, mais pour laquelle il est probablement impossible d'avoir une réponse, serait de savoir comment évolueraient les réponses aux enquêtes réalisées si on reposait les mêmes questions le jour où la ville est enfin dotée d'un système complet d'assainissement. En d'autres termes, qu'attendre de la qualité perçue d'un lagon (d'un lac, d'une rivière) qui baigne une agglomération de 130.000 habitants, quand bien même le système d'assainissement serait parfait ? Il restera toujours un port,

une propreté douteuse des plages, une méfiance naturelle et justifiée envers ce milieu récepteur.

En appliquant la méthode des coûts de transport sur des données arbitrairement choisies, on obtient que si 20 % de la population urbaine (les « très insatisfaits » du sondage) se déplacent d'une vingtaine de km pour pratiquer des loisirs sur la côte, plutôt que de se rendre au lagon tout proche, le coût économique de cette préférence se chiffre à environ 620 MF CFP par an.

1.7.3. Non-assainissement et développement urbain

Le modèle d'assainissement actuellement en vigueur entraîne deux facteurs de surcoût pour le développement urbain de l'agglomération de Papeete :

a) Surcoût lié au propre assainissement

Comme il a été vu précédemment, le respect des normes par l'application généralisée de l'assainissement individuel dans une ville de la taille du grand Papeete, pour autant qu'il soit opérationnellement réalisable et contrôlable, coûterait globalement plus cher que le respect des mêmes normes grâce à un système collectif. Ce surcoût est estimé à 700 MF CFP par an.

Ce chiffre « théorique » doit toutefois être nuancé. Dans la pratique, l'assainissement autonome n'est pas réalisé dans la règle de l'art, en particulier sur le plan de la maintenance préventive des stations autonomes ou des fosses, et de la vidange systématique des boues. Le coût réel est donc sensiblement moindre, mais les normes ne sont pas respectées.

Ce surcoût n'est donc pas à prendre en considération dans la quantification de l'impact du « non-assainissement ». Il est par contre à placer en parallèle, de même que les estimations de coûts d'investissement nécessaires pour doter la ville d'un assainissement collectif.

b) Surcoûts liés aux entraves au développement urbain

L'inadéquation du modèle d'assainissement autonome dans les zones denses de l'agglomération se traduit par une importante entrave au développement social et économique du centre de Papeete. De nombreuses demandes de permis de construire sont bloquées, en particulier parce que l'exiguïté des sites ne permet pas d'y disposer des stations autonomes dans des conditions qui répondent aux normes.

Le retard pris en matière d'assainissement collectif participe donc dans une certaine mesure aux problèmes chroniques d'embouteillage et au surcoût des autres équipements urbains qui résultent de l'horizontalité excessive de l'urbanisme tahitien.

On notera que c'est surtout le manque de définition de la stratégie d'assainissement et des délais à considérer qui coûte cher à la collectivité. Tout promoteur imagine bien que tôt ou tard, un réseau collectif sera installé. S'il décide de lancer son projet avant que ce réseau soit en place, il s'oblige à incorporer un système autonome qui lui coûte et qui ne sera probablement pas amorti sur la durée.

Le manque d'une stratégie clairement affichée, avec des délais clairement établis, et le manque de cohérence dans certaines des actions entreprises sont des composantes du concept général de « non-assainissement ». Elles ont un coût pour la société, qui n'est sans doute que temporaire, mais qui est sensible. On ne cherchera cependant pas ici à quantifier ce coût.

1.8. Impacts de non-usage du milieu récifo-lagonaire

Les mécanismes qui régissent la relation entre le non-assainissement et le milieu récifo-lagonaire ont déjà été abordés précédemment. En termes de quantification des impacts, une partie des effets est déjà prise en compte au travers des analyses portant sur les impacts liés à l'économie productive ou à la qualité de vie de la population. Il s'agit des valeurs d'usage du patrimoine naturel.

Il reste à prendre en compte les impacts sur la valeur de non usage. Dans sa thèse sur la valeur économique totale du système récifo-lagonaire de Moorea, Mahé Charles a réalisé une évaluation contingente pour déterminer la volonté de payer des habitants et des touristes pour conserver le lagon et sa biodiversité vis-à-vis des générations futures. Il obtient une valeur moyenne de 3.500 F CFP par an pour les résidents et 1.900 F CFP par an pour les touristes.

En extrapolant ces valeurs pour l'ensemble de Moorea, on obtient une valeur de non-usage du système récifo-lagonaire de l'île de l'ordre de 285 MF CFP par an. La même extrapolation élargie à la Polynésie française fournit une estimation de la valeur de non-usage de 1.330 MF CFP par an, en admettant que Moorea fournisse une base de calcul représentative de l'ensemble du Territoire.

La difficulté réside dans l'estimation de l'impact du « non-assainissement » sur cette valeur patrimoniale. Comme il a été vu précédemment, l'afflux d'eaux usées non traitées a pour principal effet de fragiliser le corail et d'inhiber sa capacité de reconquête à la suite d'événements naturels (blanchissements, cyclones) qui déciment périodiquement sa couverture. L'application d'un modèle mathématique simple indique que ce processus conduirait à une lente disparition du corail vivant, dont la couverture se réduirait à une dizaine de pour cent de la couverture actuelle au bout d'un siècle.

De plus, le principal problème du modèle d'assainissement actuel est qu'il n'est pas sûr. Difficilement gérable au niveau individuel et difficilement contrôlable au niveau de la collectivité, il induit irrémédiablement un risque d'accidents environnementaux, plus ou moins ponctuels et plus ou moins temporaires. Ces accidents se traduiraient par des dégâts localisés pouvant entraîner une destruction de portions du complexe récifo-lagonaire, dont la capacité de régénération est par ailleurs entravée par le niveau permanent de pollution du lagon.

Pour évaluer ce type d'impact, on connaît le coût des programmes de restauration écologique des récifs coralliens, estimé à environ 13,0 MF CFP par ha, dans les conditions de prix polynésiennes.

On prendra pour hypothèse que la dégradation du patrimoine récifo-lagonaire et la perte de régénération naturelle des coraux en milieu pollué pourraient être compensées par la restauration artificielle d'une vingtaine d'hectares par an, principalement sur le récif frangeant bordant l'agglomération de Papeete.

Mais la fragilisation du corail situé près des zones urbaines n'est pas uniquement due aux carences d'assainissement. On introduira arbitrairement un coefficient de 50 % pour tenir compte des autres facteurs.

Il en ressort un ordre de grandeur de l'impact du « non-assainissement » sur la valeur de non-usage du patrimoine récifo-corallien, ainsi estimé à 130 MF CFP par an.

1.9. Conclusions

1.9.1. Essai de quantification du non-assainissement

Le tableau suivant synthétise les estimations de valorisation quantitative des différents impacts du « non-assainissement » (voir Tableau 50 p.170)

Ordres de grandeurs économiques des différents impacts			
TYPE D'IMPACTS	COÛT ESTIMÉ MF CFP / AN	OPTIMISTE / PESSIMISTE	FACTEUR PRINCIPAL D'ÉVOLUTION DANS LE TEMPS
Tourisme :			
impact d'image	1 974	Plutôt sous-évalué	Développement de l'activité touristique
impact de coûts	76	Neutre	
Pêche	-	Neutre	Devrait rester marginal
Eau potable	90	Plutôt sous-évalué	Baisse avec le coût de dessalement
Santé publique	970	Sur-évalué	Lié à l'évolution démographique
Bien être population :			
loisir lagon	622	Plutôt sous-évalué	Croissance population urbaine et de la conscience environnementale
Cadre urbain	-	Très sous-évalué	Modèle d'urbanisation de Tahiti
Aménagement urbain	-	Sous-évalué	Modèle d'urbanisation de Tahiti
Préservation du patrimoine	130	Plutôt sous évalué	Changement climatique
TOTAL	3 862		

On en conclura que l'ordre de grandeur de l'impact économique du « non-assainissement » se situe autour de 3,9 milliards de F CFP par an.

Cette valeur est plutôt sous-estimée. Son évolution avec le temps devrait croître plus vite que la croissance de la population urbaine (mais cette dernière est faible). L'impact le plus lourd se réfère à l'effet négatif sur l'image de la Polynésie française en tant que destination touristique. Sa valorisation monétaire dépend donc des hypothèses plus ou moins optimistes sur le développement futur de l'économie touristique polynésienne.

Le chiffre de 3,9 milliards de FCFP par an est à comparer avec le montant des programmes d'investissement nécessaires pour combler le retard d'assainissement de la Polynésie française, qui est grossièrement estimé à 50 milliards de F CFP.

Le taux de retour interne d'un investissement ponctuel de 50 milliards destiné à éviter un coût récurrent initialement de 3,9 milliards par an est de :

- ✓ TRI = 7,6 % si le coût récurrent est fixe en valeur réelle
- ✓ TRI = 8,9 % si le coût récurrent croît en valeur réelle au même rythme que la croissance démographique (+1,2 % par an)
- ✓ TRI = 13,0 % si le coût récurrent augmente de 5 % par an en valeur réelle.

On observe ainsi que le retour économique des investissements envisagés pour doter la Polynésie française de systèmes d'assainissement collectifs modernes se justifie, surtout si on estime que les impacts du « non assainissement » actuel auront tendance à s'aggraver avec le temps. Toutefois, les valeurs de TRI restent relativement modérées, du fait des coûts d'investissement extrêmement élevés qui sont avancés, dépassant les 350 000 F CFP (ou 3 000 €) par habitant directement bénéficiaire.

On rappellera par ailleurs que le surcoût lié au maintien d'un schéma d'assainissement autonome dans l'agglomération de Papeete serait de l'ordre de 0,7 milliard de F CFP par an, si cet assainissement autonome était réalisé de façon appropriée. Pour autant que cette solution soit techniquement administrable, on constate que l'application stricte des mesures nécessaires pour que le modèle d'assainissement autonome fonctionne pleinement, permettrait de réduire en grande partie les effets négatifs du « non assainissement » pour seulement 20 % de leur coût estimé.

1.9.2. Conclusions sur l'assainissement en Polynésie française

Papeete est avant tout une ville de plus de cent mille habitants, pour laquelle la solution à prôner est sans aucun doute une généralisation de l'assainissement collectif, avec des réseaux séparatifs d'égout sanitaire, des stations de traitement primaires et secondaires et des émissaires en mer, au delà de la barrière corallienne. Le tout étant associé à une unité de traitement des boues collectées auprès des différentes stations de traitement et des fosses septiques conservées dans les zones périphériques où la densité ne justifie pas un réseau. Le scénario alternatif du maintien d'une couverture basée sur l'assainissement autonome devra cependant perdurer le temps de réaliser les équipements collectifs sur l'ensemble des communes, c'est à dire durant de nombreuses années. En termes d'assainissement pluvial, d'importants efforts ont été réalisés, mais il reste des zones inondables mal drainées dans les parties basses de la ville. La pollution du lagon engendrée par l'écoulement des fortes pluies est surtout lié à l'insuffisante gestion des déchets solides ainsi qu'au manque de rigueur dans la vidange systématique des boues de traitement des eaux usées (fosses et stations). On ne peut éviter que les eaux pluviales finissent dans le lagon, mais on peut éviter, en rendant la ville plus propre, qu'elles y apportent trop de saletés drainées au passage.

L'impact économique du « non-assainissement » (ou plutôt du « mal-assainissement ») a été étudié sous ces différents aspects. La situation présente influe sur le développement des activités économiques, sur la qualité de vie de la population et sur la préservation du patrimoine environnemental.

Le principal impact reste toutefois l'entrave et surtout la menace que font planer les carences d'assainissement sur le développement de la vocation touristique de la Polynésie française.

Pour l'ensemble de la Polynésie française, le retard pris en matière d'assainissement a un coût économique qui est estimé à près de 3,9 milliards de F CFP par an. Cette valeur n'est qu'indicative. Elle se fonde sur des hypothèses de calcul dont beaucoup peuvent faire l'objet de débat. Mais elle a l'intérêt de situer un ordre de grandeur, qui est à opposer au coût estimé des investissements pour les réaliser les travaux d'assainissement collectif nécessaires pour pallier aux carences actuelles.

1.9.3. Conclusions sur la méthodologie employée

Outre l'application au cas spécifique de la Polynésie française, l'étude réalisée a un second objectif : celui de tester des méthodes d'évaluation quantitative du concept de « non assainissement ».

L'évaluation économique de programmes ou d'absence de programmes reste toujours une activité délicate. La quantification des effets et surtout la monétarisation des intangibles soulèvent à la fois des questions conceptuelles (modèles, hypothèses) et des contraintes de disponibilité des données nécessaires.

L'application des méthodes d'évaluation économique à la problématique de l'assainissement pose des problèmes particuliers qui vont au-delà de ceux que l'on rencontre dans d'autres domaines d'application :

✓ En premier lieu, le concept de non-assainissement (situation en l'absence de projet) est difficile à définir précisément. Il imbrique

plusieurs dimensions distinctes (manque d'infrastructure, faible qualité du service, manque de stratégie collective) et demande à bien préciser ce que l'on entend par « inaction »

✓ En deuxième lieu, l'assainissement n'est qu'une technique, et n'est pas un objectif en soi. Ses effets sont invariablement liés à ceux d'autres domaines d'action, en particulier l'alimentation en eau potable et la gestion des déchets solides. On peut se poser la question de savoir si la tentative d'évaluer l'impact intrinsèque du seul assainissement a toujours un sens. L'effet sur la santé publique qui résultera d'une amélioration des conditions d'assainissement sera très différent selon les hypothèses considérées quant à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable. Et il est complexe, voire peut-être utopique, de chercher à séparer dans l'effet résultant de l'ensemble la part qui revient à la potabilisation de l'eau et la part qui revient à l'installation d'égouts. De même, si on réalise une enquête de type évaluation contingente pour mesurer combien les gens seraient prêts à payer pour que l'eau d'un lagon soit bactériologiquement propre, la réponse dépendra fortement de ce que les personnes entrevues imaginent en termes d'évolution parallèle du nettoyage des ordures qui souillent la plage.

✓ Enfin, les effets de l'assainissement, tout particulièrement du traitement des eaux usées, sont en général mal compris par la population, et souvent difficilement perceptible dans la vie courante. Ce qui soulève des problèmes quant à l'application de méthodes basées sur les préférences déclarées.

Il ressort ainsi de l'étude que dans chaque domaine analysé, une fois que l'on a pu quantifier plus ou moins précisément un impact observé que l'on sait relié à plusieurs facteurs, dont l'assainissement, la partie la plus évasive arrive quand il s'agit de pondérer la part de cet impact qui serait attribuable au seul assainissement. L'application des techniques d'évaluation quantitative à la problématique de l'assainissement (plus encore à celle du non-assainissement) a donc des limites qu'il convient de bien prendre en compte, en évitant de considérer « au pied de la lettre » des résultats qui n'ont pour ambition que d'avancer des ordres de grandeurs.

Assainissement ou non assainissement ?

Le propre énoncé du titre de l'étude appelle tout d'abord à définir certains concepts :

- ✓ Qu'appelle t'on assainissement ?
- ✓ Qu'entendre par « non assainissement » ?

2.1. Le concept d'assainissement

On considérera ici que l'assainissement est l'ensemble des techniques de collecte, transport et/ou traitement des eaux usées et pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel.

Cette définition appelle quelques commentaires généraux.

Deux solutions d'assainissement des eaux usées sont envisageables :

- ✓ L'assainissement autonome, où chacun se charge d'évacuer ou de traiter ses eaux usées par des moyens indépendants, ce qui correspond généralement à l'emploi de fosses septiques pour les débits faibles ou de petites stations de traitement in loco quand le débit ou les conditions locales ne permettent pas de recourir à une simple fosse. L'évacuation des eaux traitées est ensuite réalisée vers la nappe phréatique ou vers le réseau de drainage superficiel.
- ✓ L'assainissement collectif, au moyen d'un réseau de collecte convoyant l'ensemble des flux vers une station d'épuration, à partir de laquelle l'effluent liquide traité répond à des critères bactériologiques et chimiques jugés satisfaisants pour être rejeté dans le milieu naturel. En Polynésie, la solution de rejet a priori la plus appropriée est la dilution en mer au moyen d'un émissaire long.

Dans tous les cas, l'existence d'un service d'assainissement assurant des conditions acceptables de santé publique, protection environnementale et conditions de vie pour la population s'inscrit dans une logique de service public. Quand bien même la solution préconisée se fonde sur des équipements individuels (fosses septiques et petites stations autonomes), il reste de la responsabilité du pouvoir public de veiller à ce que le processus fonctionne, garantissant des conditions de vie appropriées pour la population. En ce sens, même l'assainissement individuel reste une solution collective, que le pouvoir public doit encadrer, contrôler, en apportant les moyens collectifs complémentaires (par exemple un centre de réception des boues).

Mais l'assainissement ne résout pas tout à lui seul. C'est avant tout une technique et non un but en soi. Cette technique vise à répondre à plusieurs objectifs touchant à la fois à la santé publique de la population, à la protection de l'environnement, au développement des activités économiques ou tout simplement au confort des habitants. On peut essayer de mesurer l'effet de l'assainissement au regard de chacun de ces domaines. Mais l'assainissement n'a de sens que s'il est associé à d'autres mesures qui complètent son action.

En termes de santé publique en espace urbain, quel serait par exemple le résultat pour la population d'un réseau d'égout parfaitement maîtrisé s'il n'y avait pas par ailleurs un système convenable de collecte des déchets solides ? L'espace resterait putride.

Ce point explique certaines difficultés pour évaluer l'impact de l'assainissement (ou du non-assainissement), dans la mesure où la plupart des impacts observables ne sont qu'en partie liés à l'assainissement, et en partie liés à d'autres domaines, en particulier l'eau potable et la gestion des déchets solides.

L'eau potable et l'assainissement des eaux usées ne sont que les deux faces d'une même médaille. On constatera au long du rapport que nombre des carences de la situation de l'assainissement en Polynésie française résulte principalement d'une gestion insatisfaisante des services d'eau potable. Comment fait-on pour dimensionner un ouvrage d'assainissement quand on ne sait pas si la consommation moyenne d'eau potable de la population future sera plutôt de 150 à 200 l/hab.jour (ce qui devrait être le cas si le comptage est généralisé, les tarifs révisés et les pertes contrôlées) ou plutôt supérieure à 600 l/hab.jour, comme c'est le cas actuel dans les communes où le prix de l'eau est trop bas et où le gaspillage est généralisé ?

➤ Dans le cadre de cette étude, il sera uniquement question d'assainissement liquide, c'est-à-dire le mode de collecte, de canalisation, d'évacuation et de traitement éventuel :

- des eaux provenant des activités et de la vie des ménages, dites « eaux usées » qui peuvent être classées dans 2 catégories :
 - les eaux grises résultant du lavage des habitations et leurs annexes, des objets (lessive, vaisselles, etc.) et des pratiques d'hygiène corporelle (salles de bains, douches, etc.)
 - les eaux vannes (ou eaux noires) constituées des excréta humains (urines et excréments) et de leurs eaux d'évacuation (chasse d'eau, etc.)

- des eaux de pluies arrivant et/ou s'écoulant sur les zones habitées ou infrastructures urbaines (routes, plateformes, etc.). Dans ce cas particulier, on parlera d'assainissement pluvial ou, plus particulièrement en ce qui concerne les infrastructures, de « drainage ».

L'ensemble de ces effluents sera appelé « eaux d'assainissement ». Il faut rappeler qu'en Polynésie Française, les eaux pluviales et les eaux usées sont évacuées dans des systèmes séparés (réseaux dit « séparatifs »), contrairement aux réseaux « unitaires » que l'on rencontre fréquemment en Métropole.

Dans une large mesure, le concept universellement en cours d'un « service » d'assainissement des eaux usées est un avatar de l'Histoire, les investissements en eau potable ayant précédé, quelque fois de plus d'un siècle, ceux du traitement des eaux usées. C'est aussi le fruit d'une fâcheuse tendance qu'ont les ingénieurs qui dominent le secteur à se placer au centre de la question. Certes, les infrastructures sont distinctes, mais il s'agit avant tout d'un service fourni à la population et non d'équipements. Dans une conception résolument moderne, à la fois customer oriented et environnementalement responsable, on ne devrait parler que d'un seul service qui regroupe ce que l'on appelle aujourd'hui « service de l'eau » et « service de l'assainissement ». Les consommateurs achètent de l'eau à un prestataire, qui a à sa charge à la fois de produire et apporter cette eau potable, ainsi que de remédier à son évacuation jusqu'à la renvoyer convenablement vers le milieu naturel d'où il l'a tirée.

De même, un bon service d'assainissement liquide va nécessairement de pair avec un bon service de collecte et traitement des déchets solides :

✓ Un premier lien est lié à la production de boues, dont une partie au moins devra finir comme déchets ultimes dans des centres d'enfouissement. En effet, le traitement des eaux usées consiste dans tous les cas de figure à séparer l'effluent liquide des matières en suspension. Ces dernières, dûment aseptisées et stabilisées, forment des boues, plus ou moins concentrées selon le processus employé. L'évacuation des boues de traitement fait partie intégrante de la problématique de l'assainissement, mais implique l'existence de solutions mises en œuvre par le système de gestion des déchets solides.

✓ De plus, une mauvaise gestion de la collecte des ordures rend problématique l'exploitation des réseaux d'égouts, tant pluviaux que sanitaires. Si la collecte des déchets solides n'est pas assurée convenablement, les ordures finissent dans les réseaux, perturbant leur fonctionnement hydraulique.

✓ Enfin, le retour économique d'une amélioration de la qualité des eaux d'un lagon par traitement des eaux usées, pour prendre un exemple simple, reste marginal si le même lagon reste souillé par des ordures. Il fera toujours fuir les touristes et plaisanciers.

✓ Plus particulièrement, on remarquera que l'impact des eaux pluviales sur la qualité du lagon récepteur ne dépend pas tant de la qualité du système de réseau mis en place que de la propreté de la ville. Dans tous les cas, les eaux de pluies finiront dans le lagon, mais elles entraîneront plus ou moins de saletés polluantes selon que la collecte de déchets et l'assainissement des eaux usées sont bien réalisés sur l'espace urbain qui est drainé.

Par ailleurs, il est fondamental de bien séparer les deux composantes techniques de l'assainissement collectif :

✓ L'éloignement des eaux (usées et pluviales) des centres urbanisés pour assurer la propreté de ces derniers. Il s'agit là d'une mécanique de collecte et de réseau à mettre en place dès que le modèle d'évacuation individuelle par fosse n'est plus envisageable, du fait de la densité urbaine et/ou des préoccupations liées à la qualité de la nappe phréatique. C'est le concept du « tout à l'égout » qui est historiquement la première dimension de l'assainissement.

✓ La problématique du traitement des eaux usées, voire des eaux pluviales, une fois collectées, est plus récente. Elle répond à une préoccupation croissante de protection environnementale qui dépasse le cadre urbain. Elle est plus ou moins sensible selon la fragilité du milieu naturel récepteur. L'assainissement (eaux usées) coûte relativement cher, à peu près autant, voire un peu plus que le service d'eau potable. Il ne se résume pas à une simple question d'équipements et d'investissement. L'assainissement est avant tout un service, dont les coûts d'exploitation courante sont en règle générale du même ordre que les coûts d'amortissement ou de provision relatifs aux investissements.

✓ Contrairement à certaines idées reçues souvent tenaces chez les usagers et même chez les élus, le service d'eau potable et d'assainissement des eaux usées coûte en général plus cher en coûts d'exploitation qu'en amortissement d'investissements. Cette réalité revêt une importance particulière en Polynésie française, où les équipements lourds sont souvent subventionnés par des ressources extra-territoriales. Comment il sera vu plus loin, recevoir en don l'investissement d'un système d'assainissement complet n'a de sens que si la communauté locale est prête à assumer un tarif moyen de l'ordre de 90 à 150 F/m³, pour couvrir les frais d'exploitation.

✓ Bien que coûtant souvent plus cher que la production et la distribution d'eau potable, l'assainissement reste en quelque sorte une prestation « secondaire », car il ne sert à rien d'évacuer des eaux usées s'il n'y a pas au départ de l'eau distribuée, et que c'est essentiellement pour avoir de l'eau à leur domicile que les habitants sont prêts à payer. L'assainissement est donc un « produit » difficile à « vendre ».

La gestion des eaux pluviales correspond à un service d'une nature très différente. Tout d'abord, l'assiette de recouvrement est distincte, puisque cette question d'aménagement urbain n'a rien à voir avec la quantité de m³ d'eau potable consommée par chacun. Ensuite, parce que le drainage pluvial reste fondamentalement une question d'investissement, le coût d'amortissement des infrastructures étant bien supérieur aux dépenses d'opération et maintenance qui se limitent en général à du curage et à de l'entretien. Enfin parce que la logique quant au résultat escompté est autre. Les débits issus d'une pluie, même moyenne, sont incomparablement plus élevés que ceux des réseaux d'eau potable ou d'eau usée. Ces débits sont aléatoires et n'ont pas de limite maximale. En théorie, la probabilité du déluge biblique n'est pas nulle, même si elle est très faible. Tout au plus peut-on protéger une ville contre des épisodes pluvieux ayant une certaine probabilité de récurrence. Si on dimensionne un réseau de drainage pluvial pour une pluie biennale, il est normal que le quartier soit inondé en moyenne tous les deux ans. Le dimensionnement des équipements est fonction de la probabilité de récurrence de l'événement aléatoire contre lequel on cherche à se protéger. Il est issu d'une réflexion essentiellement économique entre des coûts d'investissements et un risque de préjudice social et économique.

2.2. Le concept de non-assainissement

Le coût de l'inaction face aux défis environnementaux fait l'objet de diverses études et publications récentes. On notera en particulier l'étude de l'OCDE publiée en 2008 sur « Le coût de l'inaction sur des défis environnementaux importants » qui aborde notamment le coût de l'inaction face à la pollution de l'eau (Chapitre 2).

L'approche s'apparente étroitement aux techniques d'analyse économique de projet, pour laquelle on cherche généralement à comparer l'impact du projet avec la situation qui subsisterait « sans projet ».

Encore faut-il définir précisément ce que l'on appelle « inaction », ou dans le cas présent, « non-assainissement ».

Un certain niveau d'assainissement existe déjà en Polynésie française, et il ne saurait être question de s'efforcer à analyser ce qu'il en serait si les infrastructures existantes étaient subitement supprimées.

De même, il existe d'ores et déjà une certaine pratique « inertielle » de mesures et d'équipements que l'on peut considérer comme garantie pour les développements futurs.

A l'instar du rapport OCDE (2008), on définira ici l'inaction comme l'absence de nouvelles mesures au delà de celles déjà mises en œuvre. Les politiques existantes restent cependant en place. Les projets en cours (par exemple à Punaauia) sont finalisés, mais ne sont pas ensuite complétés par de nouvelles initiatives publiques d'envergure.

Cette solution a l'intérêt pragmatique de porter « à l'actif » du gouvernement les mesures déjà prises, mais non celles qu'ils ont simplement promis de mettre en œuvre (ce qu'ils ne feront peut-être jamais). Toutefois, cette définition soulève immédiatement la question de savoir ce que recouvre exactement le statu quo, et comment le modéliser au mieux dans un contexte dynamique.

En parlant de « non-assainissement », il est essentiel de bien percevoir que plusieurs dimensions se juxtaposent :

- ✓ Une carence d'infrastructures, qui revient à une question d'investissement et de moyens financiers ;
- ✓ Un service déficient, qui n'apporte pas à la population ce qu'elle est en droit d'attendre. Il s'agit alors plutôt d'une question d'organisation collective et de capacité de gestion que de moyens financiers. Car on peut avoir un mauvais service malgré de bonnes infrastructures ;
- ✓ Un manque de stratégie, d'anticipation des besoins futurs, de mise en place d'une politique environnementale suffisamment claire et structurée.

A l'évidence, il y a un peu de tout cela en Polynésie française.

Le lecteur s'apercevra au long du rapport que le concept intuitif de « non-assainissement » cache des dimensions différentes selon les sujets abordés :

- ✓ Dans certains cas, il se cristallise sur un manque d'équipements collectifs, face à un assainissement individuel qui a le mérite d'exister, mais qui a atteint ses limites.
- ✓ Dans d'autres cas, il s'agit plutôt du constat d'un service déficient, malgré l'existence d'équipements.
- ✓ Souvent, le concept de « non-assainissement » se rapporte plutôt à l'absence d'une politique clairement établie, d'un cadre réglementaire approprié, voire d'un contrôle efficace des règlements en vigueur.

2.3. Assainissement et alimentation en eau

La question de la consommation d'eau, domestique et non domestique, est d'une importance capitale pour la planification des investissements en assainissement, non seulement pour le dimensionnement des ouvrages mais également pour la tarification.

Une analyse de la consommation d'eau a été approfondie dans l'Etude des déterminants de la demande et la volonté de payer l'eau, réalisée par l'AFD en 2008. Il y est notamment signalé que, « selon certaines sources, un habitant produit 300 l/hab.jour d'eaux usées, pour une consommation unitaire de l'ordre de 400 l/hab.jour (avec un coefficient de rejet de 0,75). Il s'agit peut-être d'une sorte de moyenne entre la consommation normale d'un usager ayant un compteur et payant l'eau en fonction de sa consommation réelle (autour de 180 litres), et celle d'un usager sans compteur et payant au forfait (autour de 360 à 400 litres, voire même souvent beaucoup plus). »

En fait, le chiffre de 300 litres par habitant et par jour souligne la difficulté de la démarche du planificateur qui doit tenir compte à la fois de la situation actuelle où la consommation est très élevée dans la plupart des communes, et de la situation future où la consommation sera sans doute beaucoup plus basse grâce à la réduction du gaspillage à domicile, sous le double effet de l'application de nouveaux tarifs de l'eau - et de l'assainissement - et de la mise en œuvre de mesures visant à obliger les usagers à payer leurs factures.

Les chiffres condensés dans le Tableau 1 ont pour origine la lecture des compteurs d'eau posés par la SEM Vai Tama chez ses clients de Punaauia. Ces données permettent de faire plusieurs constatations :

- ✓ La consommation non domestique est assez importante, bien qu'une seule industrie soit connectée au réseau (ASZI).
- ✓ La consommation des hôtels est de l'ordre de 630 litres par chambre, ce qui est relativement modeste pour des établissements de cette classe (Beachcomber, Méridien, Sofitel). L'application d'un coefficient d'occupation de l'ordre de 70 % permet de redresser la consommation : le chiffre obtenu, 900 litres par chambre occupée et par jour, est plus conforme aux moyennes habituelles.
- ✓ La consommation domestique correspond à 1.970 foyers situés dans des lotissements ou résidences, soit environ 7.600 personnes, sur la base d'une moyenne de 3,87 personnes par foyer. En retenant cette hypothèse de population desservie, on peut estimer :
 - ✓ à 30 % du total, les ménages de Punaauia qui disposent d'un compteur d'eau (lequel est lu régulièrement).
 - ✓ à 182 litres par personne et par jour la consommation moyenne des personnes habitant dans des résidences et lotissements. Cependant cette moyenne cache de grandes disparités, les consommations par lot variant entre 1,8 m³ par jour dans les lotissements sociaux, et 0,4 m³ par jour dans les autres lotissements et résidences.

TABLEAU 1 PUNAAUIA - Consommation d'eau des usagers du service d'assainissement

TYPE D'USAGER	NOMBRE D'ÉTABLISSEMENTS	CONSOMMATION D'EAU (m ³ /jour)	NOMBRE DE LOTS
Lotissement social	10	614	331
Autres lotissements & résidences	40	763	1632
Particuliers	5	8	7
TOTAL DOMESTIQUE	55	1 385	1 970
Hôtels	3	500	3
Industriels	1	176	1
Centres commerciaux (dont Carrefour)	5	186	5
Etabl. scolaires (dont Université & CES)	4	189	4
Centre hospitalier	1	21	1
Lieux de culte	2	8	2
Restaurants (dont Mac Donald)	3	25	3
Services (dont Marina Taina & Mairie)	5	95	5
Commerces	4	9	4
TOTAL NON DOMESTIQUE	28	1 208	28
TOTAL GÉNÉRAL	95	2 593	1 998

Source : Moyenne du 1^{er} semestre 2008. Statistiques non publiées - SEM Assainissement de Tahiti, novembre 2008

En conclusion, il est évident que la présence d'un compteur et l'obligation de payer sa facture d'assainissement en fonction de la consommation réelle entraîne une baisse très importante de la consommation d'eau. Et la différence de consommation entre les logements sociaux et les autres logements montre l'influence déterminante du facteur paiement de la facture.

Dans ces conditions, calculer la taille des ouvrages d'assainissement collectif sur la base de 300 litres par personne et par jour d'eaux usées rejetées risque d'entraîner un fort surdimensionnement.

De fait, la problématique de l'assainissement (des eaux usées) en Polynésie française est indissociable de celle de la distribution d'eau, qui est elle-même insuffisamment maîtrisée.

✓ **Comment planifier des ouvrages d'assainissement quand on ne sait pas, dans un rapport de un à deux, quelle sera ou quelle devrait être la consommation d'eau et donc le débit à traiter ?**

✓ **Comment faire payer l'assainissement si l'on ne sait pas déjà faire payer l'eau à un prix qui correspond à son coût ?**

(1) Début 2008, le tarif était de 40 F/m³, soit 960 F/mois sur la base d'une consommation moyenne de 24 m³ par mois (200 litres/personne/jour x 4 personnes x 30 jours). Les personnes interrogées déclarent qu'elles payent 2 fois leur eau : une première fois à la Régie communale pour l'alimentation en eau (un forfait de 9.000 F par an), et une seconde fois à leur syndic de copropriété pour l'assainissement (en fonction de leur consommation réelle d'eau). La plupart comprennent mal comment fonctionne le système relatif à l'eau, qui comprend 2 entités distinctes de facturation correspondant à 2 «services de l'eau» distincts.

Situation de l'assainissement en Polynésie française

3.1. Cadre général

3.1.1. Climat

Du point de vue climatique, la Polynésie Française bénéficie d'un climat tropical humide dont on peut retenir les caractéristiques générales suivantes :

- ✓ températures moyennes journalières : de 20 à 26 °C pour les Australes et de 23 à 28 °C pour les autres archipels ;
- ✓ pluviométrie annuelle : de 700 à 1500 mm pour les Marquises, de 1200 à 3000 mm pour les autres archipels ;
- ✓ nombre annuel de jours de pluies > 10 mm : de 30 à 35 pour les Marquises, de 35 à 45 pour les Tuamotu-Gambier, de 45 à 55 pour les Australes et de 50 à 100 pour les îles de la Société ;
- ✓ nombre annuel de jours de tempêtes : de 0 à 5 pour les Marquises, de 10 à 20 pour les Tuamotu-Gambier, de 10 à 15 pour les Australes et de 20 à 30 pour les îles de la Société.

Il ressort des données de pluviométrie que les îles de la Société sont celles qui connaissent les plus fortes contraintes liées à l'assainissement pluvial.

3.1.2. Morphologie

De manière générale, et très simplifiée, chaque île a pour origine un édifice volcanique émergé produit par effusion intermittente de magma au niveau d'un point chaud. Par mouvement des plaques tectoniques les édifices se déplacent et, leur altitude diminue progressivement par effet combiné d'un enfoncement géologique (subsidence) et de l'érosion.

Les récifs coralliens s'installent à faible profondeur au contact de l'Océan et de la partie émergée de l'édifice volcanique formant ainsi un anneau (récif frangeant). Afin de profiter en permanence de la lumière nécessaire à sa subsistance, le récif corallien frangeant s'élève, par installations successives de nouveaux coraux vivants sur les squelettes calcaires de coraux morts, au fur et à mesure que l'édifice s'enfonce. Il se constitue ainsi une couronne corallienne encerclant une île volcanique résiduelle dont la surface émergée est de plus en plus réduite.

Le stade avancé de cette évolution est donc l'atoll, constitué de la seule couronne récifale subaérienne ou partiellement émergée formant une bande de terre ferme ou de petits îlots (motus) de très faibles altitudes (quelques mètres au maximum). Cette couronne est entaillée par des passes profondes ou des dépressions superficielles (hoa) et entoure un lagon, c'est-à-dire une étendue marine de faible profondeur (quelques mètres à quelques dizaines de mètres) car comblée par l'érosion de l'édifice volcanique et des récifs coralliens anciens.

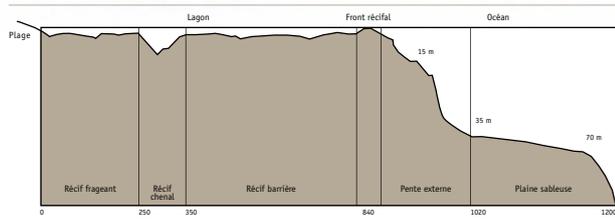
Entre les atolls, appelés également « îles basses », et les îles volcaniques sans lagon telles que Mehetia (île jeune de l'archipel de la Société, non habitée) ou les îles Marquises (conditions océanographiques défavorables aux récifs coralliens), il existe un ensemble intermédiaire d'îles hautes à lagon telles que Tahiti ou Moorea. Ces îles sont constituées, du centre vers la périphérie :

- ✓ d'une zone émergée montagneuse d'origine volcanique plus ou moins déchiquetées, à versant abrupts entaillés par des ravines, pouvant atteindre des altitudes importantes (le Mont Orohena à Tahiti, sommet de la Polynésie Française, culmine à 2.241 m)
- ✓ d'un récif frangeant à la limite des terres émergées et du lagon, avec un platier s'étendant généralement sur moins d'une centaine de mètres
- ✓ d'un lagon (au sens scientifique ou géomorphologique du terme) présentant généralement la forme d'un chenal de quelques dizaines de mètres à quelques kilomètres de largeur, et de quelques mètres à 50 m de profondeur. Ce lagon, généralement tapissé de sable, peut être hérissé par endroit de pâtés ou de pinacles coralliens
- ✓ d'un récif barrière (futur atoll) qui marque l'emprunte de l'ancien édifice. Ce récif barrière est constitué d'un versant lagonaire (« pente interne »), d'un platier plus ou moins large (généralement de l'ordre de 1 km), et d'un versant océanique, appelé « pente externe », qui est la partie la plus vivante et la plus riche en biodiversité.

La Polynésie française s'étend sur un territoire considérable, de la taille de l'Europe. Mais la superficie totale émergée de l'ensemble des 121 îles (dont 76 sont habitées) ne représente que 3.521 km², soit l'équivalent d'un carré de 60 km de côté. La plupart des îles sont entourées ou entourent des lagons coralliens, qui représentent au total près de 15.000 km² (4,3 fois plus que la superficie de terres émergées).

Le Pays est constitué de six entités, les îles-du-Vent et les îles-sous-le-Vent qui forment ensemble l'archipel de la Société, l'archipel des Marquises, l'archipel des Australes, l'archipel des Tuamotu et les Gambier.

FIGURE 1 - Coupe schématique d'un lagon d'une île haute (d'après Lagouy, 2006)



Il faut noter que le terme « lagon » désigne scientifiquement (sens strict) l'étendue marine comprise entre le récif frangeant (ou le bord de l'île) et la pente interne du récif barrière, mais que dans le langage courant, économique (pêche lagonaire) ou touristique,

il désigne l'étendue marine comprise à l'intérieur du rebord de la pente externe du récif barrière (ligne de battement des vagues). C'est souvent dans ce sens courant (sens large), que le terme lagon sera utilisé dans la suite du rapport. Le terme de « système récifolagunaire » pourra être également utilisé pour désigner de manière plus éco-systémique, la même entité. Enfin, il arrive fréquemment autour des îles hautes que les récifs frangeants et barrières se rejoignent par endroit, individualisant ainsi plusieurs « lagons » : par exemple, à Tahiti, on parlera du lagon de Faa'a, de Vairao, etc. Le tableau suivant récapitule la typologie géomorphologique des îles abritant différentes communes de la zone d'étude. Il faut noter que certaines communes, notamment celles de l'agglomération de Papeete « partagent » la même île (en l'occurrence Tahiti) alors que d'autres couvrent plusieurs îles (communes des Tuamotu, par exemple). Dans ce dernier cas, c'est l'île recevant la population principale qui sera caractérisée.

TABLEAU 2 - Typologie des îles

ARCHIPEL	COMMUNES	ILE(*)	TYPE GÉOMORPHOLOGIQUE	MILIEUX VULNÉRABLES
Société, (Îles du vent)	Papeete Punaauia Faaa, Paea Pirae, Mahina Arue	Tahiti	Île haute à récif frangeant et récif barrière bien développés, lagons en forme de chenal étroit, environ 30 passes pour l'ensemble de l'île. Surface de l'île : 1.041 km ² Altitude maximale : 2.241 m	sols, rivières, eaux souterraines & lagon
	Moorea	Moorea	Île haute à récif frangeant et récif barrière bien développés, lagons en forme de chenal étroit, 10 passes. Surface de l'île : 136 km ² Altitude maximale : 1.207 m	
Société, (Îles du sous vent)	Uturoa Tumaraa Taputaputea	Raiatea	Île haute à récif frangeant et récif barrière bien développés, lagon relativement large, 8 passes. Surface de l'île : 194 km ² Altitude maximale : 1.017 m	
	Bora Bora	Bora Bora	Île haute à récif frangeant et récif barrière très développés (couronne récifale émergée), lagon très étendu par rapport au cône volcanique partiellement immergé, 1 seule passe. Surface de l'île : 30 km ² Altitude maximale : 727 m	
Tuamotu	Rangiroa	Rangiroa	Atoll avec lagon ouvert à plusieurs passes	sols, eaux souterraines, lagon
	Hao	Hao	Atoll avec lagon ouvert à une seule passe relativement étroite	
	Fakarava	Fakarava	Atoll ouvert à plusieurs passes	
	Tatakota	Tatakota	Atoll fermé (sans passe) avec peu de hoas fonctionnels	
	Takarua	Takarua	Atoll avec lagon ouvert à une seule passe	
	Napuka	Napuka	Atoll presque comblé (sans lagon)	
Marquises	Hiva Oa	Hiva Oa	Île haute sans lagon. Surface de l'île : 320 km ² Altitude maximale : 1190 m	sols, eaux souterraines, littoral océanique (baies)
	Nuku Hiva	Nuku Hiva	Île haute sans lagon. Surface de l'île : 330 km ² Altitude maximale : 1208 m	
Australes	Tubuai	Tubuai	Île haute, récif barrière très large, lagon peu profond (15 m) et large (jusqu'à 5 km) Surface de l'île : 48 km ² Altitude maximale : 422 m	sols, rivières, eaux souterraines, lagon

(*) Dans le cas des Tuamotu, une commune couvre plusieurs îles ; l'île indiquée dans le tableau est celle qui porte le siège de la municipalité, qui est également l'île la plus peuplée

3.1.3. Population

Selon le dernier recensement, réalisé en 2007, la population résidente totale est de 260.000 habitants. Si l'on prend aussi en compte un flux touristique de l'ordre de 220.000 visiteurs par an qui séjourne en moyenne 13 jours sur le Territoire, la charge permanente moyenne équivaut à environ 268.000 habitants.

La distribution spatiale de la population se caractérise par :

- ✓ Une ville importante, qui regroupe 131.700 habitants dans des conditions typiquement urbaines. L'agglomération de Papeete, regroupant l'ensemble des communes depuis Paea jusqu'à Mahina, réunit ainsi près de 50 % de la population totale du Pays.

- ✓ En dehors de l'agglomération de Papeete, il n'y a pas d'autre véritable ville, mais plutôt une série de villages plus ou moins importants et plus ou moins densifiés, dont les plus importants n'atteignent pas 3.000 résidents.

- ✓ Un habitat épars, que l'on qualifiera ici de « rural », qui se répartit en général sur le pourtour des îles.

Les habitations se concentrent essentiellement sur la bordure littorale, plus particulièrement :

- ✓ sur les atolls : au bord du lagon, ou, exceptionnellement, sur la bordure externe océanique

- ✓ sur les îles hautes à lagon : au bord du lagon, non loin du récif frangeant, le long d'une ligne de côte souvent rectifiée et artificialisée (Tahiti, Moorea)

- ✓ sur les îles hautes sans lagon (Marquises) : à l'exutoire de vallées aboutissant sur des baies océanique plus ou moins ouvertes.

Dans l'agglomération de Papeete, le bord de mer étant saturé, la recherche de nouveaux terrains à bâtir se fait sur les hauteurs surplombant la ville, en demeurant en continuité avec celle-ci, à une distance maximale de 3 à 5 km du front de mer. De même, la zone littorale concentre l'essentiel du réseau des routes et voies secondaires (« servitudes »), à l'exception de quelques routes étroites gravissant les pentes pour desservir des quartiers hauts.

Cette concentration des habitations et infrastructures limite la zone géographique d'influence des schémas d'assainissement (eaux usées et pluviales) aux zones littorales elles-mêmes habitées et à celles situées en aval, à savoir les lagons ou l'océan.

3.1.4. Organisation de l'assainissement

Administrativement, le Pays est structuré en 48 communes. La loi organique de 2004 renforce la responsabilité des communes en matière d'adduction d'eau potable, de collecte des déchets et d'assainissement des eaux usées.

Toutefois, l'ordonnance du 5 octobre 2007 établit des délais relatifs à l'exercice obligatoire de leurs compétences :

- ✓ pour le traitement des déchets, les communes doivent avoir organisé le service au plus tard le 31 décembre 2011

- ✓ le service de la distribution d'eau potable devra être assuré par les communes au plus tard le 31 décembre 2015

- ✓ pour l'assainissement, le délai de mise en oeuvre est fixé au 31 décembre 2020 au plus tard.

Si le code général des collectivités territoriales interdit aux communes métropolitaines de plus de 3.000 habitants de prendre en charge sur leur budget principal les dépenses effectuées au titre des services publics d'eau et d'assainissement, considérés à caractère industriel ou commercial, une dérogation tient compte des contraintes géographiques et de la nécessaire progressivité pour la tarification des services publics en Polynésie française, puisqu'elle réduit cette contrainte aux communes de plus de 10.000 habitants.

La politique sectorielle reste cependant articulée par la Direction de l'Environnement (DIREN) du ministère de l'Environnement du Territoire.

Lors du recensement général de la population de 2007, qui a couvert exhaustivement l'ensemble du pays, la question posée à propos de l'assainissement a été formulée comme suit :

«L'évacuation des eaux usées s'effectue par raccordement :

- au réseau collectif (égout)
- à une fosse individuelle
- à même le sol (ou dirigé vers un fossé, ou une rivière)»

Les résultats pour les principales communes et pour l'ensemble du Territoire sont présentés dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 3 - Mode d'évacuation des eaux usées, par commune - 2007 (% des logements)

COMMUNE	RÉSEAU COLLECTIF	FOSSE INDIVIDUELLE	A MÊME LE SOL	TOTAL	% LOGEMENTS COLLECTIFS
Arue	34	63	3	100	10
Faaa	36	61	3	100	12
Mahina	13	86	1	100	2
Paea	5	93	2	100	2
Papeete	36	61	2	100	40
Pirae	23	75	1	100	17
Punaaui	32	67	1	100	20
Bora-Bora	66	31	3	100	3
Huahine	7	90	2	100	1
Tahaa	1	92	7	100	0
Taputapuatea	1	96	3	100	0
Tumaraa	1	96	3	100	0
Uturoa	28	72	0	100	3
Hiva-Oa	1	96	3	100	0
Nuku-Hiva	8	88	4	100	1
Rurutu	3	95	3	100	0
Tubuai	1	91	8	100	0
Fakarava	1	90	9	100	0
Hao	3	89	8	100	0
Napuka		100		100	0
Rangiroa	1	95	4	100	0
Takaroa	1	96	3	100	0
Tatakoto	2	55	44	100	0

Source : Recensement de la population - 2007 - ISPF, novembre 2008

Ainsi, 21 % des ménages résidant dans les Iles du Vent seraient raccordés à un égout ; cette proportion atteindrait 36 % à Papeete et Faa'a, 34 % à Arue, 32 % à Punaauia. De même, dans les Iles sous le Vent, 66 % des ménages de Bora Bora seraient raccordés à un égout, et 28 % à Uturoa. Pourtant, il n'existait, en 2007, que deux réseaux d'égout, au sens strict du terme, l'un dans la commune de Bora Bora, et l'autre dans la commune de Punaauia. Ces résultats surprenants à propos du raccordement à un réseau d'assainissement collectif (c'est-à-dire à un égout) appellent plusieurs remarques :

- ✓ Le taux à Bora Bora est probablement exact, la plupart des logements étant reliés à un réseau d'assainissement, depuis longtemps.
- ✓ Le taux à Punaauia est crédible, puisqu'un réseau d'assainissement collectif existe depuis quelques années dans la commune, et que l'on connaît les noms des résidences et lotissements raccordés au réseau ainsi que le nombre de lots correspondants.
- ✓ Les taux dans les autres communes sont manifestement erronés du fait qu'il n'existe pas de réseau d'égout dans ces communes. Cela signifie que, dans ces communes, les ménages ne maîtrisent pas le concept d'égout, ce qui s'explique d'autant plus facilement qu'aucune définition particulière n'a été donnée aux agents recenseurs, ni du concept d'eaux usées (eaux ménagères et/ou eaux des toilettes), ni du concept d'égout.

Selon l'ISPF, interrogé sur le sujet, «une partie des logements ayant répondu réseau collectif sont soit en habitat collectif soit considèrent que leurs eaux usées sont prises en charge par la collectivité sans qu'il y ait forcément de récupération et/ou traitement de l'eau». L'hypothèse de l'habitat collectif est en partie fondée pour Papeete dont 40 % des logements sont collectifs et, dans une moindre mesure, pour Punaauia et Pirae (avec respectivement 20 % et 17 % de logements collectifs). Elle ne l'est nullement pour Uturoa.

En définitive, les résultats du recensement montrent que la confusion est grande au sein de la plupart des ménages. Face à la question posée, les gens ne savent que répondre, dès lors qu'ils ont l'impression qu'ils n'ont pas de fosse septique. Par défaut, ils répondent qu'ils sont raccordés à un réseau collectif, ce qui est souvent partiellement vrai, en ce sens qu'il peut s'agir d'un mini réseau privé, raccordé soit à une fosse septique collective, soit à une petite station d'épuration autonome (du bâtiment, ou du lotissement, etc.).

3.1.5. Milieux récepteurs susceptibles d'être affectés par l'assainissement

Par milieu récepteur, il sera question ici en premier lieu de composantes naturelles de l'environnement, ou plus exactement les composantes biophysiques, car toujours plus ou moins influencées ou modifiées par l'homme. Les autres récepteurs tels que la santé publique ou les activités socio-économiques (pêche, tourisme), liés aux récepteurs biophysique, sont traités dans d'autres chapitres du rapport.

a) Récepteurs physiques

Les récepteurs physiques affectés par l'assainissement liquide sont les suivants :

L'air

qui reçoit les gaz émis par les eaux usées. Les gaz les plus caractéristiques sont les gaz odorants, souvent nauséabonds tels que l'ammoniac, les aldéhydes, les cétones et bien entendu les gaz soufrés (H₂S, mercaptans, etc.). Ces gaz sont issus de la transformation anaérobie spontanée de composés organiques contenus dans les eaux usées et plus particulièrement les eaux vannes. Ils sont libérés dans l'atmosphère lorsque les eaux usées ne sont plus confinées, par exemple, lorsque la pluie fait déborder une fosse septique ou un puits perdu, ou qu'une fosse septique déborde par comblement ou colmatage par manque de vidange. Certaines installations de collecte (station de relevage) ou de traitement (station d'épuration autonomes) peuvent mettre les eaux usées plus ou moins traitées en contact de l'air et générer ainsi des émissions de gaz.

Les sols

ou éventuellement le sous-sol, dans lesquels les eaux usées s'infiltrent directement (puits

perdus) ou après avoir reçu un traitement sommaire (sortie de fosse septique). Les sols des îles de Polynésie française, formés sur des matériaux volcaniques plus ou moins récents (îles hautes) ou sur des matériaux coralliens (atolls), présentent généralement une porosité importante et un drainage interne élevé, de sorte qu'ils évacuent facilement l'eau en excès (ce qui peut expliquer la faible fréquence des vidanges de fosses septiques). Il faut rappeler que les sols agissent comme milieux épurateurs tant par adsorption des composés chimiques (substances organiques, métaux lourds), que par élimination naturelle des germes fécaux, notamment les bactéries. Ces propriétés épuratrices sont variables. Concernant plus particulièrement l'épuration microbiologique, elles dépendent du temps de séjour, inversement proportionnel à la conductivité hydrique des sols.

Les sols reçoivent également les eaux pluviales, dont l'intensité de chute et les vitesses élevées, liées aux fortes pentes, peuvent être à l'origine d'une importante érosion et du transport de particules fines quand les sols sont dépourvus de couverture végétale dense. Les eaux pluviales peuvent stagner plus ou moins longtemps dans les zones basses où le colluvionnement a entraîné un colmatage et une imperméabilisation du sol, créant ainsi des zones inondables. Ce phénomène s'observe notamment sur la côte sud de Tahiti, en amont de la route de ceinture.

Les eaux souterraines (nappes phréatiques)

peuvent être facilement contaminées par les eaux usées transitant à travers les sols perméables. Dans les îles hautes, les eaux souterraines sont le plus souvent contaminées dans les parties basses, à proximité du littoral, car d'une part, ces zones accueillent la majorité des habitations et infrastructures, et, d'autre part, les nappes y sont peu profondes.

Le problème de la contamination des eaux souterraines est particulièrement crucial dans les atolls des Tuamotu (voir 3.5.2). Dans ces formations coralliennes particulières, l'infiltration des eaux de pluies à travers le substrat perméable des zones émergées crée, par équilibre osmotique avec la masse d'eau marine qui imbibe le substrat, une poche d'eau de faible salinité, de forme lenticulaire, d'où son nom courant de **lentille d'eau douce** dont le plafond est affleurant et le plancher convexe peut descendre à plus de 10 m de profondeur dans sa plus grande épaisseur. La salinité de l'eau de la lentille obéit à un gradient mais reste généralement comprise entre 1 et 2 g/l entre 2 et 11 m de profondeur, de sorte qu'elle peut être, à la limite, utilisée pour la consommation, mais de manière plus systématique pour la toilette ou comme eau de service. Aussi, cette lentille est-elle fréquemment exploitée par des puits sur l'archipel des Tuamotu. Mais à surexploitation de la lentille par un pompage à haut débit entraîne logiquement une augmentation de la salinité par remontée d'eau marine. En cas d'exploitation modérée, la recharge intermittente par les eaux de pluies permet de maintenir la faible salinité, sauf en cas de sécheresse prolongée. La présence de cette lentille à très faible profondeur dans un substrat perméable la rend particulièrement vulnérable à la contamination par les eaux usées rejetées par les fosses septiques et les puisards.

Les eaux superficielles (rivières)

qui reçoivent les eaux usées soit directement, par rejet direct de canalisation, par ruissellement à la surface par temps sec et surtout temps de pluie, soit, dans une plus large mesure, après transit par les sols et les nappes phréatiques. Dans les Tuamotu, les rivières sont absentes mais l'on trouve parfois de petites lagunes saumâtres, comme à Rangiroa. Les plans d'eau douce sont très rares dans les îles de Polynésie française, à l'exception de certaines zones inondables en bas de versant (côte sud de Tahiti). Les rivières jouent également un rôle épurateur chimique (adsorption sur les sédiments) et biologique (élimination des germes fécaux liées à l'oxygénation du milieu). Cependant, étant donné que les apports

d'eaux usées urbaines se font dans les parties aval des rivières, le rôle épurateur de celles-ci est le plus souvent minimisé.

Les rivières sont bien entendu les réceptacles des eaux pluviales qui les rejoignent directement par ruissellement ou après canalisation par des ouvrages hydrauliques (bordures de trottoirs, caniveaux, buses ou fossés). L'arrivée des eaux de pluies provoque une dilution des polluants mais non une diminution de leur masse, et accélère leur transfert vers les milieux estuariens et marins. Face aux embouchures des principales rivières dans les lagons se sont formées des passes dans les récifs barrières (par non croissance du corail dans une eau de salinité réduite). Ces passes facilitent l'évacuation des eaux vers le milieu océanique et atténuent, dans une proportion mal connue, leurs impacts sur le milieu lagonaire plus ou moins confiné.

Les lagons

qui, lorsqu'ils existent, peuvent être considérés comme les réceptacles finaux de la quasi-totalité des eaux usées et notamment de celles émises :

- ✓ de manière diffuse par résurgences de nappes phréatiques, petits écoulements superficiels, et petites canalisations. Ces écoulements diffus concernent la totalité des îles habitées. ;
- ✓ de manière plus ponctuelle par les émissaires courts évacuant les effluents provenant des réseaux privés, publics ou collectifs. Ces rejets sont particulièrement développées sur les îles très peuplées ou accueillant d'importants établissements touristiques telles que Tahiti et, dans une moindre mesure, Moorea et Raiatea. A Tahiti, le plus important en taille des émissaires intra-lagonaire est celui de la Brasserie de Tahiti qui rejette les effluents non traités de cette unité agroalimentaire.

Dans la plupart des cas, les rejets se font à proximité du littoral, au niveau du récif frangeant, à l'exception de l'émissaire de la Brasserie dont l'exutoire serait localisé au-delà du récif frangeant, au milieu du lagon-chenal. Mais cet émissaire mal entretenu est largement percé ce qui fait que l'effluent se déverse en partie avant d'atteindre son exutoire.

Les lagons reçoivent également les eaux pluviales, de manières diffuses par le ruissellement non ou faiblement canalisé, ou de manière ponctuelle par les principales rivières. Comme il a été dit plus haut, les passes entaillant les récifs barrières aux débouchés des grandes rivières favorisent l'évacuation des eaux pluviales vers l'Océan. En aval des embouchures, notamment dans les baies, le contact des eaux salées et douces aboutit à la création de 3 couches (PNUE, 1991) :

- ✓ une couche superficielle résultant de l'étalement des eaux douces ;
- ✓ une couche intermédiaire, résultant du mélange eau lagonaire – eau douce. L'épaisseur de cette couche varie en fonction des différences de température des eaux douces et salées ;
- ✓ une couche profonde constituée d'eau lagonaire peu perturbée.

Cette stratification limite donc la contamination des eaux du lagon par les polluants chimiques et les particules terrigènes transportées par les eaux pluviales.

L'extension des lagons est très variable et peut être particulièrement développée dans les atolls : le lagon de Rangiroa, le plus grand atoll de Polynésie française, couvre 1.800 km² alors que l'ensemble des lagons de Tahiti ne représente que 228 km². A la diversité des surfaces s'ajoute la diversité des profondeurs, qui restent cependant inférieures à 60 m.

Un facteur important à prendre en considération dans l'estimation de l'impact des eaux usées sur les lagons est le **temps de résidence des eaux** (rapport du débit de transit de l'eau par le volume du lagon), qui détermine donc la dilution des polluants solubles

(nutriments par exemple). De manière simplifiée, les eaux océaniques pénètrent dans un lagon par la houle franchissant les récifs barrières ou par les *hoa* (dépressions de faible dimension des récifs barrières) et ressortent du lagon par les passes (entailles profondes). Le temps de séjour des eaux dans un lagon est donc lié d'une part, à la morphologie du récif barrière et en particulier au nombre et à la dimension des passes et, d'autre part, aux conditions climatiques, et notamment du régime des vents qui influence directement la houle.

A conditions climatiques équivalentes, un lagon fermé se renouvellera beaucoup plus lentement qu'un lagon ouvert avec de nombreuses passes ou à récif barrière partiellement immergé. Des études basées sur des modélisations ont montré une grande variabilité des temps moyens de résidence selon les îles, allant de quelques heures à plusieurs mois. Par exemple, les eaux du lagon ouvert de Tiahura, situé au nord-ouest de Moorea, surface de 6 km² et profondeur moyenne de 2 m, ouvert par 2 passes, présentent un temps de résidence de 6,5 heures alors que celles du lagon de l'atoll Tikehau, dans les Tuamotu, surface de 400 km² et profondeur moyenne de 25 m, ouvert par une seule passe peu profonde, ont un temps de résidence moyen de 170 jours (Lehnardt, 1991). Les eaux du lagon de Faa'a, à Tahiti, présentent un temps de résidence de 10 jours (PNUE, 1991).

Les eaux océaniques côtières

qui reçoivent les eaux usées et pluviales soit directement dans les baies dans lesquelles débouchent les vallées des Marquises ou après transit par les lagons au niveau des passes. Dans ce dernier cas, le long des pentes externes des lagons, la profondeur s'accroît généralement très rapidement. Les eaux océaniques sont brassées par les houles et les courants divers. Dans les baies, le brassage est réduit, bien qu'il soit a priori beaucoup plus important que celui observés dans les lagons.

Les exutoires des émissaires longs sur les pentes externes (« tombants ») des récifs constituent un cas particulier. Il existe actuellement quatre émissaires de ce type en Polynésie Française : les deux émissaires de Bora Bora, celui de Punaauia et celui de Moorea (non fonctionnel).

b) Récepteurs biologiques

Conséquence des impacts sur les milieux physiques qui les supportent (biotopes), les récepteurs biologiques (biocénoses) susceptibles d'être affectés par l'assainissement sont les suivants :

Les écosystèmes récifo-lagonaires

Ces écosystèmes qui occupent les récifs frangeants, les lagons proprement dits, les récifs barrières et leurs pentes externes, abritent une biodiversité remarquable qui s'organise autour des récifs coralliens. Il est rappelé que les coraux (nom scientifique : scléactiniaires) sont des animaux invertébrés microscopiques (polypes) appartenant à l'embranchement des cnidaires (comme les anémones de mer et les méduses). Ils se nourrissent de zooplancton et vivent pour la plupart en symbiose avec des algues unicellulaires (zooxanthelles) implantées par millions d'individus dans leurs tissus et qui confèrent leurs couleurs vives caractéristiques. La synthèse chlorophyllienne réalisée par les zooxanthelles (producteurs primaires) à faible profondeur et en eau claire à partir du CO₂ pro-

duit par respiration du polype fournit de l'oxygène et des glucides qui profitent à l'animal. D'un autre côté, la diminution du CO₂ dans l'environnement immédiat facilite la précipitation de carbonate de calcium et donc la sécrétion par le polype d'un squelette calcaire externe. C'est l'accumulation des squelettes calcaires et leur cimentation par les algues calcaires au cours de longues périodes qui constituent les récifs. Certains coraux, dit « coraux mous » présente un squelette souple et ne participent pas à la construction des récifs. A la surface des récifs, les coraux vivants présentent, selon la structure de leur squelettes, des formes très variées dont certaines sont arborescentes ou en forme de vasques. Cette complexité structurale tridimensionnelle est particulièrement propice au développement de la biodiversité.

Ainsi, à l'instar des arbres des forêts, les coraux servent d'abris à une multitude d'être vivants macro et microscopiques dont en particulier des poissons et des mollusques. Les récifs coralliens sont considérés parmi les écosystèmes les plus riches du monde, que l'on compare souvent à des oasis au sein d'un océan dont les eaux sont particulièrement pauvres (« désert marin »).

Objectivement, il est reconnu que la Polynésie Française est une zone de faible biodiversité récifale comparée à celles des grandes îles telles que l'Australie (Grande barrière de corail) ou la Nouvelle-Guinée (Salvat et al., 2008). Les inventaires, encore non exhaustifs, font néanmoins mention d'environ 800 espèces de poissons, 1.500 espèces de mollusques, 170 espèces de coraux (regroupant 30 genres) vivant dans les lagons de Polynésie (Gabrié, 1998). Les crustacés (Décapodes et Stomatopodes) y présentent environ 500 espèces (Poupin, 2005).

Parmi les divers compartiments des lagons, les pentes externes, au contact avec l'océan, sont les plus riches dans la mesure où elles abritent des multitudes d'animaux marins au stade larvaires qui qu'y réfugient afin de se transformer en juvéniles, alevins, voire pré-adultes. Les récifs frangeants, moins riches, jouent néanmoins un rôle important dans la protection des formes juvéniles de certains poissons car les prédateurs y sont moins nombreux (Lison de Loma, communication personnelle). Plusieurs lagons sont des Aires Marines Protégées (voir encadré).

Les écosystèmes dulçaquicoles des rivières

Ces écosystèmes sont particulièrement vulnérables à l'aval des rivières où la plupart des eaux usées sont rejetés. La faune des rivières de Polynésie Française est encore peu connue. Elle comprend en particulier des crustacés (une soixantaine d'espèces) dont certains sont consommés par les populations, et qui se montrent particulièrement sensibles aux pollutions (Poupin, 2005). Certains crustacés endémiques tels que le crabe *Macroptalmus consobrinus* des îles Gambier se développe au niveau des dépôts vaseux des embouchures de rivières (UICN, 2003). Certains bassins versants de rivières sont protégés, notamment le haut bassin de la rivière Papenoo qui forme le Parc Territorial de Te Faaiti. Cette aire protégée n'est cependant pas affectée par l'assainissement urbain. Il faut noter qu'il n'existe pas à proprement parler de mangroves en Polynésie Française. Des palétuviers de Nouvelle Calédonie ont été introduits artificiellement à Moorea en 1933 : ils s'y sont multipliés mais n'occupent encore qu'une surface très réduite (4,2 ha) (Salvat et al., 2008).

Les écosystèmes marins non récifaux des baies (cas des Marquises) ou du large (extérieur des tombants récifaux)

Ces écosystèmes oligotrophes sont beaucoup plus pauvres, tant en termes de biodiversité qu'en termes de densité de biomasse, que les écosystèmes récifo-lagonaires. Ils renferment cependant des espèces endémiques, notamment aux Marquises où le taux d'endémicité atteint 20 % parmi les mollusques, et nombre d'espèces remarquables, protégées, rares ou en danger. En particulier se rencontrent fréquemment :

- ✓ 3 espèces de tortues : Tortue Luth, Tortue Verte et Tortue Imbri-

quée (animal sacré en Polynésie),

- ✓ 11 espèces de dauphins, particulièrement abondants et diversifiés au Marquises,

- ✓ 2 espèces de baleines à bec (Ziphiidés), 2 espèces de cachalots ainsi que la baleine à bosse.

En fait, il peut être considéré que la grande faune marine vivant au large n'est pas affectée par l'assainissement. Seule la petite et moyenne faune benthique (crustacés, mollusques) et pélagique vivant à faible profondeur dans les baies ou séjournant sur les tombants récifaux peut être considérée comme potentiellement touchée.

Les aires marines protégées en Polynésie française

Trois grands types d'aires marines protégées (AMP) coexistent en Polynésie française :

- les aires protégées de statut international : Réserve de Biosphère de Fakarava, classée par l'UNESCO
- les réserves territoriales, jouissant d'une protection intégrale
- les AMP incluses dans les PGEM, jouissant d'une protection réglementée

La première Réserve de Biosphère fut l'atoll privé de Taiaro (2000 ha) classé par l'UNESCO en 1977.

Ultérieurement, le classement s'est étendu à l'ensemble des 7 atolls de la commune de Fakarava (Aratika, Fakarava, Kauehi, Niau, Raraka, Taiaro et Toau) et l'on parle désormais de la Réserve de Biosphère de Fakarava, classée en décembre 2007, qui s'étend sur 280.571 ha comprenant :

- des zones centrales bénéficiant d'un statut légal national, et assurent la protection des espèces, des paysages, des écosystèmes ; l'action de l'homme y est très réduite
- des zones tampons jouxtant l'aire centrale et renforçant sa fonction de protection. Les activités humaines non perturbatrices des paysages et des écosystèmes peuvent s'y développer, par exemple : écotourisme et pêche traditionnelle
- des aires de transition qui acceptent les activités humaines nécessaires au développement : habitations, équipements, aéroport, port, etc.

Les atolls sont habités, à l'exception de Taiaro et Toau. Les communautés locales ont été et sont encore fortement impliquées dans le zonage qui reflète leur perception du milieu et prend en compte des règles coutumières (rahui) concernant l'accès. La réserve dispose d'un Comité de Gestion présidé par le Maire de Fakarava, assisté localement par une ONG chargée de la coordination (Association de la Réserve de Biosphère de Fakarava). Cette association entretient un contact permanent avec les différentes parties prenantes (autorités locales, services de l'éducation, résidents, opérateurs touristiques, pêcheurs, etc.) afin de faire évoluer les règles de gestion et leur application, et de renforcer la sensibilisation des populations, notamment des enfants des écoles. Il faut noter que les populations locales, notamment les pêcheurs, se sont montrés quelque peu réticents à la réglementation de leurs activités.

Dans l'archipel de la Société, les atolls de Scilly (ou Manuae, 13.019 ha) et de Bellinghausen (ou Motu One, 1.770 ha), tous deux quasi-inhabités, ont été déclarés réserves naturelles marines depuis les années 70, puis classés réserves territoriales depuis 1992, sous la responsabilité du Pays et dotées d'un Comité de Gestion. Malgré la charte de gestion approuvée en 1996, qui réglemente les activités (perliculture) et le nombre d'habitants, ces réserves ne sont pas réellement gérées et le braconnage y est important.

Devant l'importance des récifs coralliens de la Polynésie, le gouvernement de la Polynésie française a mis en place dans les communes un Plan de Gestion de l'Espace Maritime (PGEM). Dans un premier temps, il s'agit de gérer les conflits d'utilisation de cet espace communautaire (exploitation des ressources et utilisation de l'espace). La réalisation de PGEM implique des négociations avec les utilisateurs du milieu et la recherche d'un consensus sur le choix du zonage et des activités. Trois PGEM ont été élaborés jusqu'à présent :

- le PGEM de Fakarava intègre le zonage de la Réserve de Biosphère
- le PGEM de Moorea comprend 8 AMP totalisant 970 ha sur lesquelles la pêche et la destruction de coraux sont interdites et la vitesse des bateaux limitée
- le PGEM de Bora-Bora proposait 4 AMP, mais il est désormais abandonné.

Les PGEM sont coordonnés par une instance publique collégiale comprenant les Services de l'Urbanisme, de la Pêche et de l'Environnement. Les communes sont en charge de la gestion.

Il existe plusieurs projets de classement d'AMP dans l'archipel de la Société (atoll de Tetiaroa) et celui des Tuamotu (atolls de Tahanea et Motutonga). Un projet notable de classement de la totalité de l'archipel des Marquises au Patrimoine Mondial de l'UNESCO mérite par ailleurs d'être cité.

Sources : Gabrié, 2007, Salvat et al., 2000, Madame Valentina Pinneteau, responsable de l'Association de la Réserve de Biosphère de Fakarava (communication personnelle).

3.2. L'assainissement collectif

3.2.1. Aperçu général

a) Projets réalisés ou en cours

Jusqu'en 1992, il n'existait pas de réseau collectif d'assainissement des eaux usées en Polynésie française. Le premier système collectif a alors été initié à Bora Bora. Les infrastructures de réseau et de traitement de l'île sont complètes depuis 2006. Bora Bora reste à l'heure actuelle la seule commune qui présente une solution d'assainissement collectif généralisée, avec 1.556 clients et un volume facturé de 975.000 m³ en 2007.

A la suite du programme pionnier de Bora Bora, d'autres réalisations ont été initiées :

- ✓ Le programme d'assainissement de Punaauia a débuté en 2000. Il vise à couvrir l'ensemble du territoire municipal à la fin des quatre phases prévues de travaux. Une station d'épuration de 7.000 m³/j a été construite, ainsi qu'un émissaire en mer et un premier réseau de collecteurs. Mais le système de Punaauia n'a encore que peu d'abonnés : 83 clients facturés à fin 2007, pour un volume de 924.000 m³ sur l'année. 2.150 branchements sont attendus d'ici 2010 quand sera finalisée la phase 2 du programme.

- ✓ A Moorea, les travaux de construction d'une station de traitement de 1.800 m³/j et d'un réseau de collecte dans la zone ouest de l'île ont débuté en 2003. Les équipements de cette première phase sont prêts depuis 2004, mais sont restés inutilisés jusqu'à présent, les négociations entre le pays et la commune pour déterminer l'autorité qui devra supporter le coût de fonctionnement des installations restant infructueuses.

- ✓ Hormis Punaauia, d'autres communes de l'agglomération de Papeete s'acheminent vers une solution d'assainissement collectif, mais ces systèmes ne sont encore qu'à l'état de projets, sauf pour la commune de Papeete, où un projet pilote pour le centre de la ville est en cours de construction, avec une petite station capable de traiter 624 m³/j.

b) Engagements du contrat de projets 2008-2013

Depuis 1993, divers dispositifs de contractualisation entre l'Etat français et la Polynésie française ont été mis en place pour encadrer le développement économique, social et culturel du Territoire.

La loi d'orientation du 5 février 1994 a défini les conditions de soutien apporté par l'Etat français pour la période 1993-2003. Elle prévoyait aussi la conclusion d'un contrat de développement sur cette même période, selon un schéma qui s'est poursuivi depuis sous la forme d'une séquence de contrats quinquennaux.

Faisant suite aux engagements quinquennaux antérieurs, un nouveau contrat de projet a été établi pour la période 2008-2013. Portant sur un budget total de 51,908 milliards de F CFP (435 M€), il se focalise essentiellement sur sept thématiques :

- ✓ Le logement social 23.610 MF CFP 197,9 M€
- ✓ La santé 8.076 MF CFP 67,7 M€
- ✓ Les abris de survie 3.273 MF CFP 27,4 M€
- ✓ L'adduction d'eau potable 7.318 MF CFP 61,3 M€
- ✓ Le traitement des déchets 2.410 MF CFP 20,2 M€
- ✓ L'assainissement 6.728 MF CFP 56,4 M€
- ✓ L'enseignement supérieur 492 MF CFP 4,1 M€

L'assainissement est ainsi reconnu comme un objectif prioritaire de la politique d'aménagement d'infrastructures publiques.

Le sous-programme assainissement comprend :

- ✓ La phase I des programmes d'assainissement de la commune de Papeete 4.000 MF CFP
- ✓ La phase I des programmes d'assainissement de la commune de Faaa 2.450 MF CFP
- ✓ La poursuite du programme d'assainissement de Punaauia 278 MF CFP

c) Montants des investissements

Le Tableau 4 représente une tentative de synthèse des montants d'investissements réalisés ou planifiés par les autorités publiques, ainsi qu'une estimation des investissements qui resteront nécessaires dans les endroits où une solution d'assainissement collectif à déjà été envisagée³.

TABLEAU 4 - Investissements en assainissement collectif

		AVANCEMENT	TOTAL	PAYS	FED	ÉTAT	OBSERVATIONS
Bora Bora	Phase I	Effectué	300	138	162		Povai
	Phase II	Effectué	279	279			Extension de Povai
	Phase III	Effectué	2 737	1 549	1 188		Fin de Povai et Faanui
	Anau 12 à 14 Dégraissage	En cours à envisager	100 40	100			Réseau et branchements Unité de traitement graisses
Punaauia	Phase I	Effectué	1 928	828	1 100		Step, émissaire, réseau primaire
	Phase II	En cours	1 292	53	1 239		Branchements plaine Sud
		Programmé	278			278	
		Projeté	352	352			
	Phase III	Projeté	246	246			Extension STEP
		à envisager	364 2 500	364			Raccordement pk 7,1 à 10,9
Morea	Phase I	Effectué	920	846		74	STEP, émissaire, recyclage
	Phase II	Projeté	550	550			Réseau et branchements
Reste agglo.Papeete	Papeete	Programmé à envisager	4 000 8 000			4 000	Phase I
	Faa'a	Programmé	2 450	2 450			
		Projeté	250	250			Phase I
		à envisager	10 950				Réseau vers STEP Punaauia
	Arue	à envisager	4 900				
	Pirae Paea	à envisager à envisager	6 000 7 200				
Uturoa	Phase Etude	Effectué	170	170			
	Phase travaux	à envisager	1 000				
Total		EFFECTUÉ	6 334	3 810	2 450	74	
		EN COURS	1 392	153	1 239	-	
		PROGRAMMÉ	6 728	-	-	6 728	
		PROJETÉ	1 762	1 762	-	-	
		À ENVISAGER	40 590	?	-	-	

L'ensemble des programmes déjà réalisés ou en cours de réalisation totalise un effort d'investissement de l'ordre de 7,726 milliards de CFP, qui a été fortement soutenu par l'Union Européenne, au travers des programmes FED 6 à 9.

Le montant d'investissement qui resterait à couvrir est de l'ordre de 50 milliards de F CFP.

Reste de l'agglomération de Papeete et commune d'Uturoa, sur l'île de Raiatea

Financement d'infrastructures d'assainissement des eaux usées par l'union Européenne

Au total, le FED aura participé à hauteur de 4,4 milliards de F CFP en infrastructures d'assainissement des eaux usées en Polynésie française :

- ✓ 6^{ème} FED Bora Bora phase I 150 MF CFP (réseaux secondaires de la zone sud ouest)
- ✓ 7^{ème} FED Punaauia phase I 1.024 MF du FED sur un programme global de 1.940 MF (57 %)
- ✓ 8^{ème} FED Bora Bora phase 3 1.196 MF CFP sur un programme global de 1.407 MF (85 %)
- ✓ 9^{ème} FED Punaauia phase 2 1.000 MF CFP sur un programme global de 1.162 MF (86 %) Moorea – Punaauia 1.056 MF CFP sur un programme global de 1.347 MF (78 %)

En conclusion de ce qui précède, on peut résumer ainsi la problématique financière d'investissement dans l'assainissement collectif (eaux usées) :

- ✓ Montants déjà réalisé depuis 1992 ou en cours : 7.726 MF CFP
- ✓ Montants programmés jusqu'à 2013 : 6.728 MF CFP
- ✓ Montants qui restent à considérer et/ou à financer : 42.352 MF CFP

Ces informations collectées auprès de l'Union Européenne ne correspondent pas exactement avec les chiffres du tableau précédent, réuni à partir de données collectées auprès de l'administration territoriale.

3.2.2. Bora Bora : Une solution exemplaire mais peu transposable

a) Un programme complet d'investissement

Bora Bora est le fer de lance de l'industrie touristique polynésienne, avec une importante concentration d'hôtels de haut standing. Divers épisodes alarmants de pollution des eaux du lagon ont alertés les autorités communales dans les années 80, de sorte que la mise en place d'une solution globale d'assainissement est devenue une priorité politique de la mairie conduite par M. Gaston Tong Sang depuis 1990.

Bora Bora est une île sans rivière, avec une faible ressource en eau. Avant 1990, l'eau était gratuite et son gaspillage était généralisé. Une nouvelle tarification basée sur le comptage systématique de tous les branchements a permis de rationaliser rapidement le niveau des consommations.

Un vaste programme d'assainissement des eaux usées a par ailleurs débuté en 1993. Il a été largement soutenu par l'apport financier de l'Union Européenne. Ce programme est maintenant complet. La quasi totalité des habitations de l'île est raccordée au système.

Toute l'île est ceinturée d'un réseau séparatif de collecte des eaux usées sous pression (70 postes de pompage au total sur une trentaine de km), débouchant sur deux STEP (Poovai et Faanui) équipées d'émissaires qui rejettent les eaux traitées en mer.

Le traitement des eaux est de type tertiaire, incluant un traitement de la pollution bactérienne par UV.

En octobre 2005, une extension de l'unité de production d'eau d'arrosage à partir des eaux traitées à la STEP de Poovai a été inaugurée. Dorénavant, les hôtels de l'île disposent ainsi de 300 m³/j (+ 20 % en pointe) pour leurs besoins d'eau d'arrosage et de nettoyage industriel (sols notamment). Une extension (sur 7,5 km) du réseau d'amenée de ces eaux a aussi été construite.

b) Une tarification moyenne élevée grâce au tourisme

Un contrat d'affermage du service d'assainissement a été mis en place avec la SPEA. Le tableau ci-dessous en situe les principaux chiffres depuis 2000.

TABLEAU 5 - Contrat d'affermage de l'assainissement de Bora Bora F CFP et FCFP/m³ HT⁷

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Branchements hôtels	17	17	19	19	18	16	20	19	19
m3 facturés hôtels (**)	203 714	198 722	251 792	266 102	324 725	331 643	401 605	476 168	476 168
Branchements domestiques	155	523	544	701	787	904	1 513	1 517	1 527
m3 consommés domestique	60 536	198 611	196 746	208 218	268 923	303 562	432 520	490 848	513 072
Branchements autres	7	13	16	17	19	19	24	20	20
m3 consommés autres	6 869	15 046	18 237	17 458	25 520	25 306	29 692	27 513	21 600
% consommé hôtels	75%	48%	54%	54%	52%	50%	46%	48%	47%
% consommé domestiques	22%	48%	42%	42%	43%	46%	50%	49%	51%
% consommé autres	3%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	2%
Dont hôtels	42 865 984	41 277 668	57 565 129	71 529 488	82 275 960	92 860 040	112 390 380	133 317 440	133 327 040
Dont particuliers	1 695 950	4 393 470	7 048 510	8 417 160	13 171 997	14 230 360	18 914 000	20 228 040	19 712 160
% hôtels	96%	90%	89%	89%	86%	87%	86%	87%	87%
% particuliers	4%	10%	11%	11%	14%	13%	14%	13%	13%
Hôtels	32 575 272	32 133 424	36 509 772	38 970 637	47 890 436	50 665 776	62 285 616	74 761 277	76 011 174
Particuliers	8 187 214	26 170 205	31 172 535	33 050 250	43 424 454	50 241 821	71 685 383	81 385 785	85 350 226
Tarif apparent opérateur	150	141	145	146	147	153	155	157	160
cumulée	3 799 448	-8 833 043	-11 901 711	-3 975 950	157 117	6 339 920	3 673 301	1 071 719	-7 250 481
Tarif apparent hôtels	210	208	229	269	253	280	280	280	280
Tarif apparent domestiques	10	10	21	24	30	30	30	30	30
Tarif apparent autres	160	160	160	200	200	200	200	200	200

Source : Données SPEA. (*) 2008 budget prévisionnel. (**) Certains hôtels ont une facturation forfaitaire par chambre

- (5) Les rejets des anciennes stations autonomes se faisaient sans réflexion. L'un des plus connus débouchait sur une vaste étendue sableuse, par un mètre de profondeur et permettait un développement d'algues vertes de quelques centaines de m² dans un des espaces lagunaires les plus visités de l'île (sud ouest de la pointe Matira).
- (6) La station d'épuration de Poovai est maintenant équipée d'un système de filtration sur membranes (seuil de filtration = 0,035 µm) permettant un complément de traitement de l'eau recyclée.
- (7) Outre sa rémunération de 133,971 MF basée sur les quantités d'eau facturée, la SPEA a aussi facturé en 2006 12,815 MF additionnels liés aux travaux de renouvellement, aux travaux de branchements et aux vidanges.

La SPEA

La Société Polynésienne d'Eau et d'Assainissement est une filiale détenue à 100 % par la Lyonnaise desEaux (qui a racheté en août 2006 les parts minoritaires anciennement portées par Electricité de Tahiti). Son effectif est de 110 personnes (dont 11 cadres et 17 agents de maîtrise) au 31/12/07.

Elle gère :

- 3 contrats de gestion déléguée d'eau potable (Papeete, Bora Bora, Moorea)
- 2 contrats de gestion déléguée d'assainissement (Bora Bora et SEM Vai Tama Punaauia)
- 19 contrats de gestion de stations de pompage et chloration / ultrafiltration (15 lotissements privés et 3 communes)
- 22 contrats de gestion de stations privées de traitement d'eau usées. Environ 100.000 habitants sont desservis en eau. A Papeete, la SPEA produit 12,3 Mm³ d'eau traitée. Au total, la SPEA gère 186 km de réseaux d'eau et 84 km de réseaux d'assainissement (à fin 2007)

On en observe les constatations suivantes :

- ✓ En 2007, le volume total d'eaux usées collectées et traitées provenait pour 48 % des 19 hôtels branchés et pour 52 % des 1.547 branchements particuliers.
- ✓ Rapporté à la population résidente (8.927 habitants selon le recensement de 2007), le volume d'eau facturé aux particuliers correspond à une dotation moyenne de 156 l/hab.jour.
- ✓ Rapporté au nombre de chambres ou bungalows, la consommation moyenne des hôtels est de 1,15 m³/UH.jour.
- ✓ Le coût moyen d'exploitation est de l'ordre de 150 F/m³ (HT). C'est du moins ce que déclare la SPEA qui reçoit un tarif fermier moyen de 157 F CFP/m³.
- ✓ Ce coût de 150 F/m³ ne prend pas en compte l'amortissement des infrastructures, ni les grosses réparations, qui sont à la charge de la mairie.
- ✓ Pour équilibrer ce coût, le tarif mis en place est de 280 F/m³ pour les hôtels, et de 30 F/m³ pour les consommateurs domestiques.
- ✓ Après avoir défalqué de la recette totale la rémunération de fermier, le reliquat qui reste pour la collectivité locale est négatif sur le cumulé depuis 2000. Il ne permet pas de couvrir l'amortissement des investissements initiaux ou de provisionner pour des travaux de grosses réparations et de renouvellement.

D'un point de vue économique, le système d'assainissement de Bora Bora n'équilibre sur le tarif que les coûts d'exploitation, et encore le fait-il grâce à une forte ponction sur le parc hôtelier.

Les hôtels paient 280 F/m³, ce qui correspond à un surcoût d'environ 400 F CFP sur le prix de vente d'une chambre (en considérant un taux moyen d'occupation de 80 %). Ce prix est légèrement inférieur à ce qu'il leur coûterait d'avoir un système de traitement autonome. En effet, on peut estimer qu'un traitement autonome réalisé par les gros hôtels leur reviendrait entre 300 et 350 F/m³, avec une efficacité incertaine et d'importantes contraintes opérationnelles, notamment pour évacuer les boues.

C'est ce prix élevé imposé aux hôtels (et la subvention de l'investissement) qui permet au reste de la population de jouir d'un service d'assainissement complet à un prix (30 F/m³) qui ne correspond qu'à environ 20 % du coût réel d'exploitation.

La solution d'assainissement de Bora Bora n'est donc pas reproductible vers d'autres communes, qui n'ont pas une présence comparable d'hôtels en si grand nombre et aussi luxueux. La péréquation extrême qui permet ici de décharger plus de 80 % du coût de fonctionnement sur l'économie touristique n'est pas généralisable. Pour disposer d'un service d'assainissement complet, comparable à celui de Bora Bora, il faudrait que la population des autres îles présentant des situations géographiques comparables accepte de payer un tarif qui s'approche des 150 F/m³, même en considérant que l'investissement est par ailleurs « offert », c'est à dire payé sur autre chose que le tarif futur.

Dans son rapport d'audit des programmes d'assainissement des eaux usées de Punaauia et Bora Bora financés par les 6ème et 8ème FED, le bureau d'étude EGIS conclut que le programme de Bora Bora est globalement considéré comme cohérent, environnemen-
talement, techniquement et économiquement.

Le Consultant note toutefois les problèmes techniques suivants :

- ✓ Difficulté de gestion pour un système comprenant 70 postes de pompage pas complètement équipés en système d'alarme centralisé. Nécessité d'interventions rapides lors de pannes : les services techniques disposent notamment de groupes électrogènes mobiles.
- ✓ Difficulté d'accès au réseau (regards de visite avec trou d'homme trop petit, stations de pompage construites sous la seule voirie de l'île).
- ✓ Sous charge hydraulique de la STEP par temps sec, surcharge par temps de pluie.
- ✓ Sur l'île de Bora Bora, il n'existe qu'une seule passe entre le lagon et l'océan. Le choix d'un rejet des eaux traitées à la STEP de Faanui par émissaire en amont de la passe, dans le lagon et non en océan comme à Punaauia est polémique. EGIS le considère comme pertinent car le milieu de la pente externe de la barrière de corail est fragile (surtout vis à vis d'eaux douces qui y seraient rejetées) et la dilution avant la sortie des eaux par la passe est un avantage. Mais la passe est un lieu de forte d'attraction touristique (plongées en scaphandre et sous-marin, observations de requins...). Le milieu professionnel ne comprend pas pourquoi le débouché de l'émissaire se fait à cet endroit.

Cependant, le résultat des efforts financiers consentis par l'Union Européenne pour l'assainissement de Bora Bora est effectif. Depuis 2002, 100% des points surveillés dans le lagon sont propres à la baignade.

c) La récompense du pavillon bleu

La mise en place de la filière d'assainissement de l'île de Bora Bora s'est par l'obtention du Pavillon Bleu, avec une prise en compte de l'état de préservation des peuplements récifaux, via le réseau Reef Check.

Le Pavillon Bleu attribué à l'île de Bora Bora constitue une marque (remise en cause chaque année) de l'attention portée à la qualité de ses eaux par la commune, qui a par ailleurs obtenu la Marianne d'Or en 2007.

12 points du lagon sont surveillés par le CHSP, qui réalise 45 prélè-

vements par an (4 par point de surveillance). De plus, la commune de Bora Bora procède à l'autocontrôle de 10 points de surveillance supplémentaires dans le cadre du Pavillon Bleu européen. Il ressort de ces analyses que la situation sanitaire des eaux de baignade est très satisfaisante et stable. Depuis 2000, un seul point de surveillance n'a pas été en catégorie A ou B (en 2001).

d) Une problématique d'assainissement pluvial qui reste contrôlable

La problématique pluviale est, à Bora Bora, surtout liée à la progression de l'urbanisation qui se manifeste essentiellement le long de la route de ceinture. Il est en effet quasiment impossible de construire en s'écartant de cette route vers l'intérieur des terres à cause de la déclivité abruptes et la nature des sols très durs. L'île de Bora Bora ne possède pas de rivière, donc pas de vallée qui pourrait servir de vecteur à une urbanisation à l'intérieur des terres.

A terme, il faut s'attendre à un développement urbain quasi continu, le long de la route et tout autour de l'île.

La progression de cette urbanisation de ceinture génère des rejets pluviaux chargés en sédiment sur tout le pourtour de l'île. Mais ces rejets sont limités par la taille des surfaces actives. Il n'y a pas d'arrivées massives de pollution liées au ruissellement en provenance de la montagne, tant que celle-ci reste peu occupée et très boisée.

3.2.3. Punaauia : le défi de gérer l'assainissement collectif sans gérer l'eau

a) Le programme d'investissement

Le système mis en place dans la commune de Punaauia a été conçu par le bureau d'étude SPEED, sélectionné à la suite d'une procédure de concours.

Les eaux usées sont recueillies et convoyées vers la station de traitement par un long tuyau qui traverse le territoire communal. Ce collecteur fonctionne en pression, étant alimenté par une série de stations de pompage.

La station d'épuration est dimensionnée pour recevoir un débit de 7.000 m3/j à l'horizon 2015. Le site choisi est exigu, ce qui a contraint à opter pour une filière de traitement primaire physico-chimique. L'effluent est ensuite acheminé vers un émissaire qui le rejette à 60 mètres de profondeur dans la passe de Taapuna.



Photo 2
Station d'épuration de Punaauia, placée dans un site exigu. L'urbanisation relativement modérée des environs ne semble pas justifier le surcoût d'investissement qu'a entraîné la contrainte d'emprise

La première phase a consisté à construire la station et l'émissaire, ainsi que le collecteur sur la partie nord (PK 7,1 à PK 15,5), de manière à connecter au plus vite les gros consommateurs que sont les trois hôtels situés en limite de Faa'a et la zone industrielle de la Punaruu.

Le branchement des particuliers n'était pas la priorité de cette première phase, qui ne concerne dans la pratique que quelques dizaines de lotissements, mais avec un apport d'effluent conséquent qui totalise environ 1.500 m3/j.

Plus récemment, la phase 2 a été initiée fin 2006. Elle est en cours de réalisation.

b) Un modèle d'exploitation peu efficace

Le service est géré par la SEM Vai Tama « Assainissement des eaux de Tahiti » qui a obtenu la concession pour 20 ans (début 13/03/02) du service d'assainissement auprès du Pays.

La SEM est détenue à 70 % par la Polynésie française, à 22 % par le secteur privé (EDT) et 8 % par les communes de Punaauia et Pirae. Il s'agit donc d'une SEM « territoriale » et non « municipale » ou intermunicipale.

De fait, la SEM sous-traite pratiquement toute l'exploitation (opération, entretien et maintenance, facturation et recouvrement) à la SPEA, avec qui elle a signé un contrat sur 5 ans. La SPEA n'a pas d'intéressement sur le résultat technique ou économique de l'exploitation. Elle reçoit un prix fixe par m3, assorti à un forfait tant que la production ne dépasse pas 2.500 m3/j.

En 2007, 0,745 Mm3 d'eaux usées ont été traitées (0,623 Mm3 en 2006), correspondant à 205 t de MES. Le volume moyen de traitement a été de 2.507 m3/j.

TABLEAU 6 - Données 2007 - Station de traitement de Punaauia

	ENTRÉE	SORTIE
MES (mg/l)	275	33
DBO ₅	290	44
DCO	503	66

Les boues de la station et des fosses vidangées sont expédiées au CET de Paihoro avec une siccité de 30,6 %. (9.500 F/t rendu CET). La production de boue déshydratée a été de 385 t en 2007 (118 t de MS).

Consommations observées en 2007 :

- ✓ Energie électrique : 550 Wh/m3 pour la station + 24 Wh/m3 pour les postes de relevage
- ✓ Hypochlorite de sodium : 17.415 litres à 48°
- ✓ Chlorure ferrique : 129.270 litres

On notera que ces consommations sont élevées. Cela est dû au fait que le système fonctionne en sous-capacité (2.500 m3/h en moyenne pour une capacité installée de 7.000 m3/h), entraînant une importante production de H2S dans le réseau.

Dans le cadre du financement de l'Union Européenne pour la phase 2 (8ème FED), la SEM entreprend les travaux de raccordement jusqu'à la fosse septique, qui est by-passée, vidangée et remblayée gratuitement.

A l'heure actuelle, 120 branchements ont été réalisés, sur les 600 prévus de la tranche 1 de la Phase 2 du projet.

Au 31/12/07, seulement 83 clients étaient assujettis à la redevance assainissement (54 branchements domestiques et 29 branchements non domestiques).

TABLEAU 7 - Punaauia - Volumes facturés

	10 ³ m ³	2002	2003	2004	2005	2006	2007
domestique		184	217	309	352	417	453
non domestique		20	403	454	431	429	471

Parmi les clients non domestiques, les trois principaux hôtels (Sofitel, Beachcomber et Méridien) représentent environ 300.000 m³/an.

TABLEAU 8 - Punaauia - Recouvrement et état des impayés au 31/03/08

	mf cfp	2003	2004	2005	2006	2007
Facturation		64,4	73,6	72,6	75,8	85,1
Impayés		2,3	21,3	19,6	20,3	36,0
dont hôtels		2,3	21,2	19,6	17,8	17,4

En 2007, le prestataire SPEA a facturé à la SEM 70,5 MF CFP (66,2 MF en 2006). Il annonce un résultat économique négatif, mais proche de l'équilibre.

TABLEAU 9 - Punaauia - Comptes SPEA présentés à la SEM pour 2007

	KF CFP
Rémunération SEM	70 516
Réparations financés par des tiers	11 843
Produits accessoires (vidanges)	598
Personnel	20 458
Energie électrique	13 280
Produits traitement	18 592
Evacuation des boues	5 300
Autres dépenses	24 947
Résultat brut	381
Impôts	441

SPEA : Contrat d'exploitation des eaux usées de la SEM Vai Tama - Rapport annuel 2007

Le déficit que dit subir la SPEA est sans commune mesure avec celui de la SEM, que l'état dramatique des comptes conduit à une crise financière grave malgré les augmentations de capital répétées. En effet, la recette de facturation du service n'est que faiblement supérieure à la rémunération que la SEM doit payer à son sous-traitant SPEA. Mais les impayés sont élevés, ce qui amène la SEM dans une situation de trésorerie insoutenable. En termes de comptes d'exploitation et de bilan, le déficit est aussi chronique, indépendamment des refus de paiement des hôtels, car la SEM n'a pas de ressources pour équilibrer la dotation aux provisions pour renouvellement. Ainsi le compte d'exploitation de 2004 affichait un résultat négatif de 64 millions de F CFP (dont 57 MF de dotation pour

renouvellement et 14 MF de provisions pour créances douteuses). Le déficit ne fait que se creuser depuis.

Plusieurs questions de fond sont à souligner pour expliquer cette déroute financière :

- ✓ Le tarif moyen est trop bas. Il se fonde sur une redevance de 40 F/m³ pour les particuliers et 120 F/m³ pour les grands clients. Il ne fera que baisser, dans la mesure où les campagnes de branchements en cours augmentent la proportion de clients particuliers.
- ✓ Même à ce niveau, le tarif n'est pas accepté par les consommateurs.
- ✓ Contrairement à Bora Bora, les hôtels n'admettent pas d'avoir à payer un tarif unitaire très supérieur à celui des particuliers. Depuis plusieurs années, ils ne paient effectivement que le tiers des factures qu'ils reçoivent, en alléguant que leur redevance devrait être de 40 F/m³, comme les particuliers, et non trois fois plus cher. Cette fronde des grands consommateurs explique en grande partie la question récurrente des impayés.
- ✓ D'une manière générale, la population de Punaauia ne paie pratiquement pas l'eau potable qu'elle consomme. La commune se trouve donc devant un défi assez unique au regard de l'expérience mondiale, qui consiste à vouloir faire payer à un juste prix un service d'assainissement facturé au m³ là où elle ne sait pas faire payer le service d'eau potable, au forfait.
- ✓ Dans ce cadre, la logique d'un contrat de concession avec une SEM territoriale, qui plus est associé à un contrat de sous-traitance en régie avec un opérateur privé, n'a pas de sens économique.

L'audit sur les programmes d'investissement de Punaauia et Bora Bora mené par le bureau d'étude EGIS (MEAF 2008) conduit à la même conclusion (voir encadré).

Audit des programmes d'assainissement de Punaauia et Bora Bora

Une évaluation économique des projets d'assainissement de Punaauia et Bora Bora a été élaborée dans le cadre de l'étude MEAF (2008).⁸

Selon l'annexe du rapport final qui reprend la méthodologie adoptée :

Le propos de l'analyse économique est d'évaluer la mesure dans laquelle les projets ont bénéficié à la société dans son ensemble alors que l'analyse financière considère l'impact des projets sur la situation des entités responsables. L'impact économique des projets peut être évalué par l'analyse coûts/bénéfices qui compare les bénéfices économiques engendrés par le Projet avec les ressources nécessaires à la réalisation et l'exploitation du Projet. L'analyse prend en compte les valeurs économiques dérivées des valeurs financières après ajustements pour éliminer les transferts entre agents nationaux (ex. les taxes) et pour refléter les coûts économiques d'opportunité.

Le point de départ de l'évaluation économique est l'identification des bénéficiaires et l'analyse de l'impact du Projet dans la plus grande mesure possible, de manière quantifiée. Sont pris en considération :

- (i) les bénéfices et coûts directs, accrus ou encourus directement par les bénéficiaires ou usagers ; et,
- (ii) les bénéfices et coûts sociaux ou indirects accrus ou encourus par les autres membres de la société. Ces derniers sont définis comme externalités et concernent en particulier l'environnement et la santé. Lorsque les flux de coûts et bénéfices les plus significatifs ont été quantifiés, les résultats de l'évaluation économique peuvent être présentés en employant des indicateurs tels que le taux interne de rentabilité économique (TIRE), la valeur actuelle nette (VAN) économique et le ratio coûts/bénéfices économique.

La première étape de cette comparaison reste toujours la même quelque soit la méthode d'analyse appliquée. Il s'agit de dénombrer les changements, impacts et conséquences apportés par le projet. On comprend bien que ces implications sont multiples, de nature, de forme et de fond très inégaux.

Punaauia

L'analyse financière du projet conduit aux résultats suivants :

- Données 2005	Produits d'exploitation : 72,451 MF
	Charges d'exploitation : 180,621 MF ⁹

D'un point de vue financier, le projet est donc extrêmement déficitaire, met en danger la santé financière de la SEM Assainissement de Tahiti qui est responsable de l'exploitation.

Le Consultant réalise ensuite une analyse de viabilité économique du projet pour le Territoire. Il considère que 60. % des consommations intermédiaires sont importées. Il en résulte un différentiel net de valeur ajoutée de 2,9 MF, chiffre très faible.

Bora Bora

La situation de Bora-Bora est très différente de celle analysée sur Punaauia. Les termes de délégation de service public sont régis sous un contrat d'affermage et le respect des grilles tarifaires permet une évolution positive des activités.

- Données 2006	Produits d'exploitation : 146,785 MF
	Charges d'exploitation : 109,336 MF ¹⁰

L'analyse économique conduit à un différentiel net de valeur ajoutée de 84,942 MF.

(8) MEAF (2008) : Réalisation de l'audit des programmes d'assainissement des eaux usées, Etudes réalisées par EGIS sur le financement des 7ème et 8ème FED. Rapport final publié en mai 2008.

(9) Les charges courantes sont de 76,658 MF (dont 69,871 MF de consommations intermédiaires), auxquelles s'ajoutent 72,627 MF de dotations aux amortissements et provisions pour renouvellement, et 31,335 MF de provisions pour créances douteuses. Le taux de recouvrement en 2005 n'a été que de 68,4 %. Le portefeuille d'impayé s'élève à 83,320 MF à fin 2005, soit 13,8 mois de recettes.

(10) Dont 100,833 MF de dépenses courantes, 7,490 MF d'amortissements et provisions, et 1,043 MF de provisions pour créances douteuses.

3.2.4. Moorea : des investissements sans suite

Sur l'île de Moorea, la population est étalée tout au long de la circonférence de l'île avec quelques points de concentration sur des villages qui restent toutefois peu denses. L'assainissement est individuel, chaque habitation étant censée avoir une fosse septique et les plus grosses unités, principalement les hôtels, ayant des petites stations de traitement. Une station publique de traitement des eaux usées a été construite à Nuuroa au début de 2005, avec une capacité de 1.800 m³/j, extensible dans une phase ultérieure à 3.600 m³/j. Elle vise à traiter les effluents domestiques collectés par un réseau courant le long de la partie la plus touristique de l'île (entre Km 24,5 et Km 31,5) dans la zone de Haapiti. L'effluent traité est envoyé dans un émissaire en mer. Il est prévu d'en recycler 300 m³/j pour l'irrigation locale.

Après sa construction, la compétence de l'assainissement a été transférée du Territoire à la commune, qui ne s'est pas montrée intéressée à développer un service à partir de ces infrastructures. A l'heure actuelle, la station n'est toujours pas en fonctionnement.

Le bureau d'étude SPEED a été chargé par le Ministère du Développement Durable (Direction de l'Environnement) de plusieurs études sur les coûts de revient et les options possibles de tarification d'un service des eaux usées de la zone touristique de Haapiti. Ces études furent reprises par le Ministère qui présenta en juillet 2007 une note sur les modes de gestion de la station d'épuration et des propositions de tarification.

Hypothèses adoptées :

- ✓ Débit collecté de 900 m³/j en 2007 (40 % domestique – 60 % non domestique)
- ✓ La population de 2.206 habitants en 2007 croît vers 2.639 habitants en 2025
- ✓ La demande hôtelière croît de 2 % en volume par an
- ✓ Consommation domestique : 162 l/hab.jour (4 personnes par habitation)
- ✓ Consommation hôtels : 430 l/lit.jour
- ✓ Charge effluent : DBO5 250 mg/l DCO 650 mg/l MES 250 mg/l NTK 60 mg/l P 15 mg/l (données observées à Bora Bora)

Le tarif moyen (tarif unique) nécessaire pour équilibrer les coûts de revient du service serait de 76 F/m³ d'eau consommée, si l'on accepte que seules soient amorties les immobilisations d'une durée de vie de 7 ans ou moins, et de 105 F/m³ si tous les équipements sont à amortir.

En adoptant un schéma de tarification par palier similaire à ce qui existe déjà pour l'eau, l'étude conclut par la proposition tarifaire suivante :

**TABLEAU 10 - Moorea
Proposition de schéma tarifaire**

	DOMESTIQUE		NON DOMESTIQUE	
	EAU	ASS.	EAU	ASS.
0 – 15 m ³	50	30	110	60
15 – 50 m ³	60	45	140	85
> 50 m ³	110	80	180	110

Min. du Développement Durable : Modes de gestion de la station d'épuration de Moorea et proposition de tarification, -juillet 2007

Pour l'instant, le système collectif construit en 2005 n'est pas en opération, et les perspectives d'un début de fonctionnement sont confuses, la mairie étant réticente à reprendre les équipements s'il faut qu'elle en assume le coût d'exploitation.

De fait, le processus d'un assainissement collectif à Haapiti a été fortement perturbé par l'arrêt du Club Méditerranée, qui aurait du en être le principal client. A lui seul, le Club Méditerranée garantissait une de 486 m³/jour.

Le Legend's Resort, inauguré en 2008, avait obtenu son permis de construire en 2004. Il devait alors se raccorder au réseau en construction. Le directeur de l'hôtel explique qu'après avoir envoyé 17 courriers de demande d'information sans réponse officielle, il a fini par acheter une station autonome pour l'installer à toute vitesse avant d'inaugurer. Il affirme que cette station, avec le génie civil d'installation et le relevage, lui a coûté de l'ordre de 15 millions de F CFP d'investissement, plus un contrat d'entretien maintenance de 1,2 MF/an. Encore faut-il remarquer que cette unité n'a pas la capacité suffisante pour traiter les eaux usées des 46 villas du complexe hôtelier, quand le projet fonctionnera à pleine charge. Il ne s'agit que d'une solution temporaire en attendant la mise en service du réseau collectif. Il estime qu'une solution autonome pleinement dimensionnée lui aurait coûté plus de 23 millions de F CFP.



Photo 3
Station Biosidique installé en urgence au Legend's Resort

L'hôtel des Tipaniers a été entièrement rénové entre 1995 et 2003. Il compte 22 bungalows. Une quinzaine de fosses ont été construites (une fosse pour deux bungalows + cuisine et dépendances). L'hôtel consomme 20 m³ d'eau par jour en période de pointe¹¹. Les fosses des bungalows construits depuis 2000 n'ont jamais eu besoin d'être vidangées. Par contre la fosse de la cuisine est vidangée deux fois par an. Le coût d'une vidange est de l'ordre de 20.000 F CFP.

3.3. L'assainissement autonome

Partout où il n'y a pas de réseau collectif, c'est à dire actuellement partout en dehors de Bora Bora et d'une partie de Punaauia, l'assainissement est autonome.

3.3.1. Cadre réglementaire

Selon les textes en vigueur, l'assainissement autonome doit être réalisé dès que l'assainissement collectif est absent. Tout projet doit faire l'objet d'une demande d'autorisation auprès de la commune, nécessitant l'avis favorable de l'autorité sanitaire.

On distingue :

- ✓ L'assainissement individuel autonome qui concerne les habitations individuelles ou toute construction équivalente d'un point de vue charge et débit.
- ✓ L'assainissement collectif autonome qui concerne les groupes d'habitations ou toute construction équivalente. Il nécessite la réalisation d'une étude d'impact.

Un contrat d'exploitation annuel, dont le contenu a fait l'objet de l'Arrêté n°1370/CM du 19 octobre 1998, est obligatoire et doit être joint à la demande d'autorisation d'un système de traitement collectif autonome.

L'arrêté n°1506/CM du 29 décembre 1997 fixe les normes de construction, d'installation et d'entretien des dispositifs individuels utilisés en matière d'assainissement autonome des constructions. Le raccordement d'un immeuble ou groupement d'immeubles édifié antérieurement à la mise en service d'un réseau public de collecte doit se faire dans un délai de deux ans. Un arrêté, non pris à l'heure actuelle, déterminera les prolongations de délai et exo-

nérations éventuelles. Les travaux entre la partie privée et la partie publique sont à la charge des propriétaires.

Le CHSP est l'autorité compétente dans le Pays en matière de contrôle de l'assainissement des eaux usées domestiques. Il dispose de trois techniciens chargés d'effectuer des contrôles. Les stations d'épuration des eaux usées industrielles sont quant à elles sous le contrôle de la DIREN.

3.3.2. Normes de traitement

Les normes et conditions de rejets des eaux usées traitées provenant d'un assainissement collectif public sont fixées, en Polynésie française par l'arrêté n°1401 CM du 16 décembre 1997.

Conformément à ce même arrêté de 1997, « tout rejet dans le milieu marin ne doit pas présenter des dangers ou inconvénients pour les zones d'activités aquacoles, ni porter atteinte à la vocation et aux usagers de l'espace maritime récepteur ». La qualité minimale de l'effluent rejeté est ainsi généralement définie par le niveau « e ». Néanmoins, d'autres niveaux de traitement peuvent être autorisés, notamment pour les rejets en océan, où les impacts sur l'environnement sont extrêmement faibles en raison de l'étendue de ce milieu et de son fort pouvoir épurateur.

De manière générale, si les conditions courantologiques sont bonnes, un faible niveau de rejet conviendra. Dans le cas contraire, un niveau plus élevé de type « e » voire « f » sera à envisager, avec éventuellement une désinfection.

A titre d'illustration, le principe d'un niveau de rejet « b » a été accepté par les autorités sanitaires pour la station d'épuration de Punaauia, où le rejet se fait en océan, et où les effets de courant de la baie de Taapuna sont très favorables.



Conditions de rejets selon l'arrêté de 1997

Il existe 6 principaux niveaux de rejet notés a, b, c, d, e et f, répartis en deux groupes (a, b, c) et (d, e, f).

Le premier groupe est essentiellement lié à la réduction des matières en suspension (MES). Les procédés correspondants sont donc principalement des procédés à dominante physique et physico-chimique. Le second groupe impose un traitement biologique.

- Le niveau « a » du premier groupe vise la réduction des seules matières décantables. Il peut être atteint par une séparation physique simple (par gravitation ou flottation). L'abattement obtenu des matières décantables est généralement de 90 %, ce qui amène une réduction des MES totales dans une proportion de 50 à 60 % environ.
- Le niveau « b » vise la réduction de l'ensemble des matières en suspension décantables et colloïdales. Un traitement chimique de l'effluent par coagulation-floculation est nécessaire pour rendre décantable par formation de floccs les matières colloïdales qui ne le sont pas. Dans de bonnes conditions de dosage, cette technique permet d'éliminer près de 80 % des MES totales et une proportion notable de matières oxydables et de phosphore.
- Le niveau « c » vise une réduction très poussée des MES, par un choix spécifique des réactifs et une augmentation de leur dosage. Dans ces conditions, le rendement d'élimination en MES doit permettre d'atteindre le seuil de 90 %, ce qui permet d'éliminer environ 65 % de la DBO5 et 60 % de la DCO. Cependant, la réduction des matières en suspension, aussi poussée soit-elle, ne permet pas d'éliminer les matières oxydables dissoutes et surtout les germes microbiens. Cette réduction n'est possible que par des procédés à dominante biologique.
- Au niveau « d » correspondent des procédés de type extensif qui permettent une dégradation poussée de la matière organique.
- Le niveau « e » impose les procédés les plus classiques, associant un traitement biologique proprement dit à une décantation secondaire ou un dispositif équivalent permettant de réduire aussi l'azote Kjeldahl (azote organique + azote ammoniacal) dans une proportion de 30 % environ.
- Le niveau « f » est réservé à des cas d'exigence particulière du milieu récepteur et a pour objectif de réduire encore plus efficacement les teneurs en matières oxydables et matières en suspension.

(11) Facture de 1.043 m3 sur 52 jours du 23/06/08 au 14/08/08 pour une valeur de 135.646 F TTC

3.3.3. Etat des lieux 2003-2006

Le CHSP a réalisé en 1997 un premier état des lieux de l'assainissement par station d'épuration pour la période 1993-1996. Cette analyse a été réitérée en 2002, puis en 2007 (période 2003 / 2006). Fin 2006, le CHSP dénombrait 218 stations d'épurations sur le Territoire. Entre 2002 et 2006, 35 nouvelles stations ont été créées, pendant que 17 stations existantes ont été désactivées à Punaauia avec la mise en service du nouveau réseau collectif.

La plupart de ces unités sont de petite taille, puisque 137 sont dimensionnées pour une capacité de traitement inférieure à 200 UP (Usagers Permanents), et 71 pour des capacités entre 200 et 2000 UP. Seulement trois stations contrôlées sont de taille plus conséquente. Elles correspondent aux trois unités réalisées par les pouvoirs publics à Punaauia et Bora Bora.

85 % des stations sont situées dans la zone urbaine de Tahiti (de Mahina à Paea)

88 % des stations ont un contrat d'entretien. Pourtant le résultat reste médiocre, puisque le CHSP observe que seulement 56 % des unités contrôlées présentent des qualités de rejets en conformité. De plus, la question de la destination des boues reste un problème majeur.

On trouve une grande variété de types de stations :

- ✓ Stations biologiques à culture libre
- ✓ Stations biologiques à culture fixée (lit bactérien, biodisques)
- ✓ Seule la station publique de Punaauia (23.000 UP) est de type physico-chimique

Les analyses du CHSP montrent que le type de procédé n'influence pas l'efficacité du traitement. Les dysfonctionnements sont surtout dus à un défaut d'entretien et à des tailles de stations trop faibles pour permettre d'attendre un rendement satisfaisant.

Une quarantaine de stations plus anciennes et dans une large mesure obsolètes constituent le principal point noir. Elles sont surtout concentrées dans le centre de Papeete.

Entre 2004 et 2006, 48 dossiers ont fait l'objet d'une mise en demeure formulée par le CHSP. 13 de ces dossiers ont conduit à des travaux de remise en état.

« La seule solution durable reste la mise en place d'un assainissement collectif sur l'ensemble de la zone urbaine. Cependant, face au coût et à la durée de réalisation d'un tel projet, des moyens suffisants doivent être mis en œuvre pour assurer un contrôle efficace des systèmes autonomes existants et à venir. » (CHSP, 2007, p.24)

3.3.4. Vidange et traitement des boues

L'enquête sur la capacité à payer les services d'eau et d'assainissement, réalisée par l'AFD courant 2008 (voir 7.2.2.b) apporte quelques éléments d'informations sur la vidange des fosses.

- ✓ À Tahiti, la proportion des ménages ayant vidangé au moins une fois leur fosse est nettement plus élevée que dans les îles : 35 % à Faa'a, 39 % à Arue, 41 % à Papara, 44 % à Punaauia.
- ✓ Dans les îles, les vidanges sont beaucoup moins fréquentes : 98 % des ménages de Hao n'ont jamais vidangé leur fosse, 78 % à Huahine, 73 % à Uturoa.

La périodicité de vidange, quand elle est connue par les ménages enquêtés, est faible : de 29 mois à Arue à 58 mois à Papara, soit tous les 2,5 à 5 ans, la moyenne se situant vers 4,5 ans.

Cette périodicité est sensiblement plus élevée à Punaauia : en moyenne, tous les 80 mois, soit presque tous les 7 ans ; les fosses septiques sont vidangées un petit peu plus souvent dans les lotissements qu'ailleurs : tous les 77 mois contre 81 mois.

L'enquête de terrain menée dans le cadre de l'étude renforce ces conclusions, en ce qui concerne l'agglomération de Papeete. Le Tableau 11 montre que seulement 16 % des foyers déclarant être reliés à une fosse ou à un puisard déclarent que leur système déborde de temps en temps. Pour la grande majorité, la fosse ne déborde jamais. Pourtant, 46 % des fosses n'ont jamais été vidangées, à la connaissance de leur propriétaire. Alors que 12 % ne savent pas répondre.

Parmi les 42 % de fosses ou puisards qui ont déjà été vidangées, on constate des fréquences extrêmement variables, puisque 39 % le sont au moins une fois par an, 24 % tous les deux à quatre ans, 20 % tous les cinq à neuf ans, et 17 % n'ont pas été vidangées depuis au moins 10 ans.

TABLEAU 11 - Vidanges et débordements des fosses et puisards

VOTRE FOSSE SEPTIQUE DÉBORDE-T-ELLE?	A T'ELLE DÉJÀ ÉTÉ VIDANGÉE ?		
	DE TEMPS EN TEMPS	JAMAIS	TOTAL
une fois par an ou moins	3	15	18
entre 2 et 4 an	4	7	11
entre 5 et 9 an	3	6	9
tous les 10 ans ou plus	-	8	8
jamais	6	44	50
ne sait pas	1	12	13

Enquête assainissement 2008 : Papeete – Faa'a - Punaauia

Les réponses sur le système de vidange varient d'une commune à l'autre (enquête AFD 2008) :

- ✓ à Tahiti, plus de 70 % des ménages ont recours à un camion de vidange. La vidange manuelle, réalisée par des personnes rémunérées ou non rémunérées, concerne 10 % des ménages à Arue, 12 % à Punaauia, 22 % à Faa'a et 30 % à Papara.
- ✓ dans les îles, la vidange manuelle par des personnes non rémunérées est la pratique habituelle : 100 % des ménages à Hao, 88 % à Huahine, 55 % à Uturoa

Selon les informations collectées, trois entreprises proposent un service professionnel de vidange sur Tahiti, et une quatrième en fait de même à Moorea. Le recours à un service professionnel pour faire vidanger sa fosse n'est en général pas possible dans les autres îles, dont la taille ne permet justifie pas la présence d'une entreprise équipée de l'équipement approprié.

Ce problème d'économie d'échelle pose une question clé aux communes isolées dont l'assainissement est basé sur un modèle autonome (fosses et petites stations). Prôner une politique d'assainissement autonome implique que des solutions soient proposées pour

(12) CHSP (2007): Etat des lieux de l'assainissement des eaux usées domestiques par station d'épuration – Période 2003-2006

encourager, voire obliger, des vidanges fréquentes, réalisées selon des méthodes adéquates, et vers un lieu de décharge aménagé. Si cette activité ne peut être rentable localement, il y a lieu de réfléchir à la mise en place d'un service municipal, ou d'un schéma de subvention d'un acteur privé en complément de son chiffre d'affaires insuffisant (Voir 3.5.1 dans l'analyse de Huahine).

Le coût de vidange des fosses est relativement élevé, en moyenne de l'ordre de 35.000 F CFP là où on peut faire appel à des professionnels, c'est à dire à Tahiti ou Moorea. L'enquête AFD 2008 indique que ce coût est plutôt de 30.000 F à Arue et Faa'a, alors qu'il est plus élevé (46.233 F en moyenne) à Punaauia, sans doute du fait de la distance à l'agglomération de Papeete où sont basés les camions de vidange. Il est de 35.667 francs à Uturoa.

Outre la question des vidanges, se pose encore celle de la destination des boues collectées.

Le CHSP souligne le fait que, malheureusement, la question des boues d'épuration n'occupe pas la place qu'elle mériterait dans la réglementation. En effet, les boues sont en quelque sorte un concentré de pollution et il est donc nécessaire de maîtriser leur destination finale.

Elles peuvent être admises dans un centre d'enfouissement technique (CET) si leur siccité est au moins égale à 35% ou mieux, être valorisées en agriculture. Or, l'arrêté n°1370/CM du 19 octobre 1998 fixant les clauses techniques minimales à inclure dans le contrat d'entretien d'un système d'assainissement collectif public ou autonome indique simplement que les boues doivent être extraites régulièrement afin de ne pas perturber le fonctionnement de la filière eau. Les dépôts de boues sauvages et non autorisés ont des conséquences sur l'environnement qu'il est difficile d'évaluer mais qui sont sans doute au moins aussi importantes que les rejets non conformes des stations d'épuration.

Il est donc nécessaire de compléter la réglementation en ayant pris soin au préalable de vérifier les potentialités de valorisation agricole des boues de station d'épuration.

3.4. Quel assainissement pour l'agglomération de Papeete ?

3.4.1. Une situation présente alarmante

D'une manière générale, Papeete est probablement la seule agglomération française de plus de 100.000 habitants à ne pas avoir au moins un réseau de tout-à-l'égout généralisé dans ses parties centrales. Indépendamment des particularités de la ville (la fragilité du lagon récepteur ou la forte déclivité qui accélère l'écoulement des pluies tropicales), une solution basée sur un assainissement autonome pour l'assainissement d'un noyau urbain de cette taille n'est pas acceptable dans un pays moderne et développé.

TABLEAU 12 - Population de l'agglomération de Papeete

	POPULATION 2007	% CROISSANCE ANNUELLE	% CROISSANCE NATURELLE	% SOLDE MIGRATOIRES
Mahina	14369	1,36	1,50	-0,15
Arue	9 458	0,30	1,21	-0,95
Pirae	14 475	0,06	1,24	-1,24
Papeete	26 017	-0,16	1,38	-1,62
Faaa	29 851	1,21	1,45	-0,25
Punaauia	25 441	1,55	1,37	0,18
Paea	12 084	0,06	1,38	-1,40

L'agglomération de Papeete n'est pas équipée, à l'heure actuelle,

d'un réseau de collecte des eaux usées, à l'exception du système en cours d'implantation à Punaauia. Seul existe le réseau pluvial. Toutes les habitations sont censées disposer de leur propre système de traitement des eaux usées avec rejet au milieu naturel de l'eau traitée. Dans la partie la plus dense de l'agglomération, c'est le réseau pluvial qui sert d'exutoire aux eaux ainsi traitées. Outre les fosses septiques, on compte environ 180 petites stations d'épuration, dont une centaine sur la commune de Papeete, d'après les estimations du CHSP.

Les dispositifs autonomes sont prévus pour un traitement complet de l'effluent, y compris pour sa partie de pollution bactériologique. Beaucoup de ces dispositifs, bien qu'agréés par le CHSP, ne fonctionnent pas correctement : le résultat est que le lagon de Papeete est impropre à la baignade.

Le CHSP a constaté que de 1997 à 2006, les différents bilans aboutissent tous au même constat : quel que soit le procédé employé, l'assainissement collectif autonome des eaux usées n'atteint pas ses objectifs. Moins d'une station sur deux (sur l'ensemble des STEP contrôlées) respecte la norme de rejet qui a été fixée pour les paramètres physico-chimiques et on peut considérer que la désinfection des effluents est inexistante.

Les contrôles de terrain ont également permis d'identifier une quarantaine de stations d'épuration dont les rejets sont systématiquement non conformes ou en état d'abandon. Ces stations sont surtout regroupées au centre ville de Papeete. Il s'agit en général de stations de conception ancienne, mettant en jeu des procédés de traitement devenus obsolètes et que l'évolution des bâtiments a rendu difficile d'accès.

3.4.2. Les schémas directeurs d'assainissement liquide

a) Cadre d'orientations générales

Une série de réflexions et d'études est en cours sur la généralisation d'un système d'assainissement collectif dans l'agglomération de Papeete.

En novembre 2005, le bureau d'étude SPEED a présenté un résumé synthétique d'un cadre d'orientations générales de l'assainissement des eaux usées de l'agglomération de Papeete, dont l'étude lui avait été confiée par le ministère du développement durable.

Le projet est étudié pour l'horizon 2025, sur les 5 communes d'Arue, Pirae, Papeete, Faaa, Punaauia et Paea. Le débit futur estimé est de 93.000 m³/j.

Un programme d'investissement étalé sur 14 ans est proposé pour réaliser un assainissement collectif des eaux usées sur toute l'agglomération, en tenant compte du programme de Punaauia déjà en cours de réalisation. Le coût total d'investissement de ce programme global serait entre 40 et 50 milliards de F CFP, en fonction des choix techniques adoptés (filrière physico-chimique ou filrière biologique). Le prix de revient par m³ (amortissement + exploitation) varierait entre 83 et 158 F/m³.

A titre de comparaison, le prix de revient moyen de l'eau potable sur Tahiti varie entre 65 et 89 F/m³.

A la suite de cette première approche, des schémas directeurs d'assainissement liquide sont en cours de préparation dans les différentes communes.

b) SDAL de Papeete

Le Schéma Directeur d'Assainissement Liquide (SDAL) de la commune de Papeete est réalisé par le même bureau SPEED. L'hypothèse adoptée est que la population croît à un rythme de 0,5 % par an. Elle passe ainsi de 26.017 habitants en 2006 à 29.179 habitants en 2030. Seules les deux premières missions ont déjà été effectuées.

Ces deux premières missions se terminent sur une proposition de zonage de l'agglomération à l'horizon de projet (zones en assai-

nissement collectif, zones en assainissement individuel). Après une analyse classique des contraintes, SPEED recommande d'équiper l'ensemble de l'agglomération en assainissement collectif.¹³

Anticipant les conclusions du schéma directeur, la ville de Papeete a entrepris la réalisation immédiate d'un réseau de collecte et d'une première STEP pour collecter et traiter les eaux de 2 000 UP dans la zone du marché et de l'Hôtel de Ville. Il s'agit de la zone considérée comme prioritaire compte tenu des enjeux. Elle concentrait jusqu'ici 22 stations autonomes plus ou moins à l'abandon. La mise en route de cette STEP (mars 2009) doit permettre la démonstration que l'assainissement collectif est possible et que la maîtrise du chantier est opérationnelle. Elle permet également de mettre en place le service de gestion des abonnés. Il s'agit en quelque sorte d'une zone pilote, sur 1/10ème de la surface totale à aménager.

c) SDAL de Faa'a

Le schéma directeur de Faa'a, toujours réalisé par SPEED, est plus avancé. Le plan se base sur les hypothèses suivantes à l'horizon 2025 :

TABLEAU 13 - Hypothèses du SDAL de Faa'a – Horizon 2025

	2005	2025
Population	29 633	39 912
Equivalent habitants	39 210	64 717
Débit moyen (m ³ /j)	11 763	19 415
l/hab.jour	3 97	486
DBO ₅ (kg/j)	2 353	3 883
DCO (kg/j)	5 093	8 406
MES (kg/j)	2 741	4 524

• Collecte des eaux usées + transfert vers la station d'épuration

La solution proposée pour la collecte et le transfert des eaux usées domestiques et non domestiques vers la future station d'épuration de Faa'a ressemble à celles mises en place à Punaauia et à Bora Bora : un long tuyau traversant la commune, fonctionnant en pression et alimenté par de nombreuses stations de pompage qui « remplissent » la conduite. Ce tuyau principal débouche dans la station d'épuration qui traitera les eaux ainsi collectées sur tout le territoire de la Commune.¹⁴

• Station d'épuration

Alors que les stations d'épuration de Bora Bora et de Punaauia traitent les eaux usées à un niveau primaire avant de les rejeter dans la passe par un émissaire long, la future station d'épuration de Faa'a est censée effectuer un traitement très poussé des eaux (appelé traitement tertiaire), donc beaucoup plus cher, avec un émissaire en mer rejetant l'eau au-delà de la barrière de corail. Cette volonté de traiter de manière poussée les eaux usées avant rejet en mer est justifiée par un argumentaire assez mince sur « une courantomologie défavorable ».

• Coût total de l'investissement

SPEED l'estime à 9,5 milliards de F CFP, pour le réseau de collecte, les 151 stations de pompage, la station d'épuration et l'émissaire en mer. Ramené à une population de 40.000 habitants à l'horizon 2025, il en ressort un investissement moyen de 237.500 F CFP par habitant.

En première phase, le programme prévoit 3,6 milliards de FCFP d'investissement. A titre de comparaison, la première phase de travaux de Punaauia (celle qui est actuellement opérationnelle) a coûté 600 millions de FCFP, soit 6 fois moins et pour un débit deux fois moindre. Il y a manifestement disproportion.

En conclusion, il paraît évident que l'étude SPEED devrait être complétée pour analyser des alternatives de réseau de collecte où la part gravitaire soit plus importante, de manière à réduire les coûts futurs d'exploitation (énergie et maintenance de 150 stations de pompage éparpillées sur la commune). Il conviendrait aussi de mieux justifier la nécessité d'un traitement tertiaire onéreux au niveau de la station d'épuration. D'autant que les abords de l'aéroport sont constitués d'un grand fossé qui reçoit actuellement les eaux pluviales et des eaux de trop plein de fosses septiques. Ce fossé (actuellement plein de plantes aquatiques) peut tout à fait servir de lagune de finition aux eaux de certains quartiers de la partie basse de la ville.

De plus, les hypothèses prises au sujet de la dotation future en consommation d'eau potable par habitant restent extrêmement questionnables. Il est évident que la population de Faa'a ne pourra continuer longtemps à gaspiller autant d'eau. La mise en place d'un système tarifaire plus approprié avec la généralisation de la facturation sur comptage, ainsi qu'une politique de recouvrement systématique des factures, sont des évolutions inéluctables qui conduiront rapidement à une meilleure rationalisation de la consommation d'eau. Il en découlera une réduction drastique des consommations par tête, et donc des débits à collecter et traiter par le système d'assainissement, qui a besoin d'être plus sérieusement prise en compte dans le dimensionnement des équipements collectifs à réaliser.

3.4.3. Les limites de l'assainissement autonome dans une ville

Il n'est pas envisageable de maintenir une politique d'assainissement basée sur des équipements autonomes dans une ville de la taille de Papeete

Trois arguments principaux méritent d'être mis en avant :

L'espace

Dans la partie densifiée de la ville, il n'y a pas d'espace pour l'emprise de fosses septiques, ni même de petites stations autonomes qui traitent les effluents d'un immeuble ou dans ensemble d'habitations. De nombreux projets de construction, en particulier de commerces ou d'entreprises de services, sont actuellement blo-

(13) Il n'y a pas de problème de disponibilité foncière pour implanter la future STEP de Papeete. Trois sites sont disponibles et font l'objet d'une analyse comparée par la municipalité

(14) L'étude ne comporte pas l'analyse d'autres solutions plus imaginatives. On peut se poser des questions sur la capacité de l'ingénierie locale à formuler des schémas directeurs dans un domaine où elle dispose d'une expérience extrêmement limitée. A Bora Bora, la canalisation en pression qui fait le tour de l'île (soit 30 km) nécessite 70 stations de pompage. Ce nombre paraît important mais se justifie par la géographie locale. A Faa'a, la conduite principale en pression doit longer la route près de la mer sur toute la traversée de la commune, soit environ 5 km. SPEED prévoit aussi 28 km de réseau secondaire et tertiaire fonctionnant en pression, avec un total de 151 (!) stations de pompage réparties sur la commune.

qués, parce que les propriétaires ne disposent pas de l'emprise nécessaire pour aménager un système qui réponde aux exigences réglementaires. La densification urbaine du centre de la ville s'en trouve entravée, et cela doit contribuer en partie à l'exode migratoire que l'on observe dans les données du recensement (-1,62 % par an à Papeete contre -0,69 % pour l'ensemble de l'agglomération). La ville est obligée de s'étendre vers les périphéries où les permis de construire sont plus faciles à obtenir.

Le contrôle

Dans une rue, il suffit qu'une résidence ne gère pas correctement son assainissement pour que l'environnement sanitaire et esthétique de tout le voisinage en soit affecté. Le contrôle effectif du bon fonctionnement d'une multitude d'équipements privés est une gageure à laquelle les autorités locales ne peuvent répondre. Il faudrait au CHSP des moyens beaucoup plus importants pour pouvoir réaliser une véritable police sanitaire et environnementale dans les zones densifiées. De plus, il faudrait mettre en place des moyens de contrainte appropriés pour que les propriétaires en infraction soient réellement astreints à obéir aux mises en demeure. Tout cela demande une capacité d'organisation du contrôle, des moyens humains et techniques, l'application d'une série de mesures normatives qui font que l'assainissement autonome ne fonctionne pas dans la pratique dans les espaces denses urbanisés, même s'il reste envisageable en théorie.

Le coût économique pour l'ensemble de la collectivité

Ce dernier argument est en fin de compte le plus définitif en faveur de l'assainissement collectif. Il existe un certain niveau de densité urbaine à partir duquel il devient économiquement plus rationnel d'adopter une solution collective. L'assainissement autonome en zone urbaine coûte cher, ou plus exactement il devrait coûter cher s'il était correctement réalisé.

a) Le coût des fosses septiques

Dans les endroits de l'agglomération où elle est possible, c'est à dire pour les résidences individuelles disposant d'un bout de jardin, la construction d'une fosse selon les normes requises coûte environ 350.000 F CFP hors foncier. Son prix double si l'on prend en compte

la valeur foncière, en admettant que la fosse occupe au moins 5 m² utiles de terrain constructible dont le prix moyen est de 70.000 F/m² à Papeete.

Cette fosse doit par ailleurs être vidangée dès qu'elle est pleine. Une vidange de 5m³ coûte à Papeete de l'ordre de 45.000 F CFP.¹⁵ La réglementation en France impose une vidange de la fosse septique d'un particulier tous les 4 ans. Les professionnels proposent une vidange plus fréquente (tous les deux ans), notamment pour les fosses septiques toutes eaux – ce qui est le cas général à Papeete). On retiendra donc une fréquence de vidange tous les deux ans.

Hypothèses de calcul :

- ✓ Construction 350.000 F CFP amortis sur 20 ans
- ✓ Foncier 350.000 F CFP amortis sur 50 ans
- ✓ Opération une vidange à 45.000 F CFP tous les deux ans
- ✓ Résidence 4,3 personnes

Le coût d'une fosse septique ne dépend pas directement du volume d'eau consommée, mais plutôt de la charge polluante. Qu'une personne consomme 120 ou 400 l/hab.jour, elle pollue à peu près autant.

Le prix de la fosse ramené au mètre cube d'eaux usées dépend donc de la dotation considérée.

Pour une dotation de 120 l/hab.jour : 223 F/m³

Pour une dotation de 400 l/hab.jour : 67 F/m³

dont 42% de coût d'exploitation (vidanges), sans compter le temps passé par le propriétaire à assurer quelques petites opérations de maintenance ou à gérer les vidanges.

Dans la mesure où les eaux épurées par les fosses s'écoulent ensuite dans le réseau de drainage, il serait nécessaire de prévoir que ces fosses soient équipées d'une finition par traitement UV, pour atteindre un niveau tertiaire, et éviter la contamination bactériologique (abattement des coliformes fécaux). Un tel dispositif consiste en une lampe UV (100 W) qui ne demande pas d'entretien particulier, mais qui ajoute un coût d'investissement (de l'ordre de 200.000 F CFP) et un coût de consommation électrique (1,2 kWh/jour).

Cet équipement additionnel n'est pas pris en compte dans le calcul ci-dessus.

(15) Trois entreprises de vidanges se partagent le marché à Tahiti (TSP, Tahiti vidange et SPEA). Les tarifs hors taxes pratiqués sur l'agglomération de Papeete vont de 8.500 F à 7.000 F/m³ en fonction des quantités, plus un forfait déplacement de 5.000 à 10.000 FHT selon les zones. L'hydrocurage coûte 22.000 FHT de l'heure.

Coût d'exploitation des stations autonomes de l'OPH

Au début de 2004, l'OPH (Office Polynésien de l'Habitat) gérait un stock de 2.277 logements (dont 2.242 sur Tahiti). 1.049 de ces logements étaient inclus dans 19 lotissements de l'agglomération de Papeete dont l'assainissement des eaux usées étaient assuré par une station autonome. Dans son budget de fonctionnement de 2004, l'OPH prévoyait des dépenses d'opération de ces 19 stations de la façon suivante :

	Budget total MF CFP	Coût annuel par logement F CFP / an HT
Contrats d'entretien (sous-traités)	23.934	22.816
Petites réparations (hors contrats et hors investissement)	3.100	2.965
Energie	19.839	18.904
Total opération assainissement 19 unités (1.049 logements)	46.874	44.684

En comparaison, le budget eau potable pour les mêmes logements était de 46 MF CFP, et celui de la collecte d'ordures ménagères de 11,5 MF CFP.

On trouve pour l'assainissement un coût de 237 F/m³, en considérant une dotation de 120 l/hab.j et 4,3 personnes par logement. Ce coût se réduit à 95 F/m³ en considérant une dotation moyenne de 300 l/hab/jour.

b) Le coût des petites stations autonomes

L'analyse qui suit se fonde sur diverses observations, et notamment sur des devis de station autonome fournis par la SPEA. Elle vise à modéliser le coût d'une station autonome pour 400 équivalent habitants.

- ✓ Volume à traiter : 48 m³/j
- ✓ Equivalent habitant d'après norme CE 400 EH
- ✓ Fonctionnement 20 h/j 7j/7
- ✓ Consommation moyenne 120 l/hab.j

	Charge entrante		Rejet admis
	kg/j	mg/l	mg/l
DCO	54	1000	50
DBO ₅	24	500	15
MES	36	750	20

Filière de traitement

Dégrillage, comptage, bassin tampon 17 m³, bassin d'aération 90 m³, clarificateur, filtration, chloration, bêche 10 m³, épaisseur de boue, silo boue 10 m³, local technique Production hebdomadaire de boues épaissies à extraire : 9,8 m³ (une vidange par semaine)

Coût d'investissement (hors foncier) : 32.320.000 F CFP HT

Coût d'exploitation (FCFP HT par an) :

- ✓ Energie 200 kWh/j à 40 F/kWh 2.900.000
- ✓ Chloration 1533 l javel 48° 540.000
- ✓ Evacuation des boues 364 m³/an à 6 kF/m³ 3.066.000
- ✓ Maintenance courante 3 visites par semaine 1.285.300
- ✓ Renouvellement 1.200.000
- ✓ Total coût d'exploitation par an 8.991.300

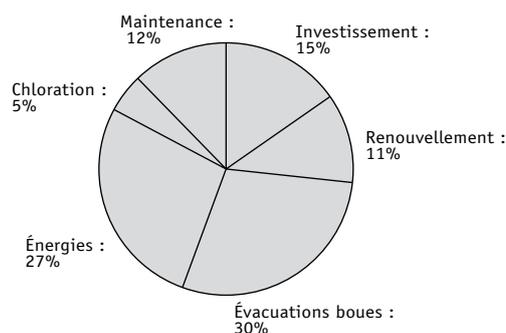
Coût par m³ d'eaux usées traitées (17.520 m³/an)

- ✓ Amortissement investissement sur 20 ans 92
- ✓ Exploitation hors amortissement 513
- ✓ Total 605 F CFA /m³ HT

De même que pour les fosses septiques, le coût d'investissement et de maintenance (en particulier la production de boues) dépend plus de la charge polluante que de la dotation en volume d'eau. Le coût ramené au m³ d'eau traité a été calculé ici pour une dotation de 120 l/hab.jour. Il décroît proportionnellement à mesure que cette dotation augmente.

Dans la pratique, le coût observé d'opération est moindre, comme on peut l'observer dans l'encadré qui suit, à partir de données fournies par l'OPH. Sans doute parce que les stations autonomes ne sont pas gérées de la façon dont elles devraient l'être. C'est en particulier le cas de l'évacuation des boues, qui représentent une part prépondérante dans le coût global d'exploitation établi à partir du modèle théorique (voir Figure 2). Une bonne partie des boues produites n'est pas envoyée en décharge ou vers la station de traitement de Punaauia. Ces boues non stabilisées sont lâchées dans le réseau pluvial et finissent dans le lagon.

Figure 2 - Composition du coût estimatif d'assainissement autonome par unité de 400 EH



3.4.4. Comparaison des coûts entre assainissement autonome et collectif

L'analyse développée ici estime les coûts d'investissements et d'exploitation de deux solutions d'assainissement sur l'exemple de la commune de Faa'a, pour laquelle on s'appuiera sur les données disponibles du SDAL et les évaluations présentées plus haut.

Le Tableau 14 reprend les coûts d'investissement de la solution collective selon le SDAL préparé par SPEED. Pour une population future de 40.000 habitants (65.000 EH), l'investissement estimé à 9,5 milliards de F CFP correspond à une station de traitement incluant un traitement tertiaire (emprise foncière de l'ordre de 2 ha) associé à un émissaire long de 1.400 m.

TABLEAU 14 - Assainissement collectif de Faa'a - Investissement et coûts d'exploitation

	MF CFP	RÉSEAU	STEP	ÉMISSAIRE	TOTAL
Phase 1	1 914		1 438	2 30	3 582
Phase 2	2 614		663	-	3 277
Phase 3	2 110		559	-	2 669

COÛTS D'EXPLOITATION	MF/AN HT	F/M ³ HT
Electricité	178,036	25
Consommables	74,971	11
Main d'oeuvre	17,108	2
Evacuation des boues	88,488	12
Entretien	54,470	8
Autres dépenses	4,531	1

Ces chiffres sont comparés à une estimation du coût pour la collecte d'une solution basée sur l'assainissement autonome, réalisée en respectant les normes nécessaires (sans se préoccuper de ce qui est payé à titre privé par les habitants et de ce qui l'est par les pouvoirs publics).

TABLEAU 15 - Hypothèses pour la solution assainissement autonome

Personnes par foyer	-	4,3
Dotation eau	l/hab.j	300
Prix moyen foncier	F/m ²	70 000
Réurrence vidange	ans	2
Coût moyen de vidange	F/vidange	35 000
Investissement station 400 EH	MF	32,320
Exploitation station 400 EH	F/m ³	205
	2005	2025
Population	29 633	39 912
Equivalent habitants	39 210	64 717
Débit moyen (m ³ /j)	11 763	19 415
l/hab.jour	397	486
DBO ₅ (kg/j)	2 353	3 883
DCO (kg/j)	5 093	8 406
MES (kg/j)	2 741	4 524

On considérera que sur les 64.717 EH (Équivalents Habitants) présents en 2025, 30.000 sont desservis par fosses septiques, le reste étant assaini par une série de petites stations autonomes traitant unitairement 400 EH.

TABLEAU 16 - Assainissement autonome de Faaa - Investissement et coûts d'exploitation

	INVESTISSEMENT			
	EH	NOMBRE	MF/UNITÉ	MF CFP
Fosses septiques	30 000	6 977	0,350	2 442
Stations autonomes	34 717	87	32,320	2 805
Traitement des boues	64 717	1	74,400	74
Réseaux semi-collectifs	km	50	23,300	1 165
COÛTS D'EXPLOITATION		MF/AN HT	F/M ³ HT	
Vidange des fosses		122,093	37	
Stations autonomes		780,38	205	
Traitement des boues		19,200	3	
Contrôle CHSP		20,000	3	

Le tableau suivant évalue les considérations d'emprise. En effet, la multiplication de petits équipements occupe au total plus d'espace.

Hypothèses considérées :

- ✓ Emprise de la STEP (solution collective) : 2 ha
- ✓ Emprise effective des fosses septiques 16 : 5 m²
- ✓ Emprise effective d'une station 400 EH : 200 m²
- ✓ L'emprise des réseaux n'est pas prise en compte

TABLEAU 17 Assainissement de Faaa – Impacts fonciers

	NOMBRE	M ² /UNITÉ	M ² TOTAL	MF/UNITÉ	MF CFP
STEP	1	20 000	20 000	1 400	1 400
Fosses	6 977	5	34 884	0,350	2 442
Stations	87	200	17 359	14,000	1 215
Trait. boues	1	3 000	3 000	210,000	210

En conclusion de cette analyse comparée, on obtient le Tableau 18 qui compare les coûts estimés pour les deux solutions.

Ces chiffres restent évidemment discutables. Ils dépendent largement de la pertinence des hypothèses considérées.

TABLEAU 18 Assainissement de Faa'a – Comparaison des coûts

	SYSTÈME COLLECTIF	SYSTÈMES AUTONOMES
Investissement (MF)	9 528	6 486
Amortissement (ans)	20	20
Foncier (MF)	1 400	3 867
Amortissement (ans)	50	50
Exploitation (MF/an)	418	942
Investissement	67	46
Foncier	4	11
Exploitation	59	133

Ils sont cependant instructifs pour observer les ordres de grandeur :

- ✓ L'assainissement collectif demande un investissement supérieur
- ✓ Le coût d'investissement considéré ici provient des études du schéma directeur. Comme il a été vu plus haut, il est élevé, car la solution préconisée est particulièrement onéreuse.
- ✓ Les investissements de la solution assainissement autonome sont évalués ex nihilo. De fait, la plupart des équipements existent déjà, mais beaucoup devraient être remis en état ou refaits pour respecter les exigences techniques et réglementaires.
- ✓ Mais un système cohérent et efficace d'assainissement basé sur des équipements autonomes a un coût global d'exploitation bien plus élevé.
- ✓ Le coût réel actuel pour l'ensemble de la collectivité est inférieur, car beaucoup d'équipements ne sont pas entretenus et exploités convenablement. La fréquence de vidange des fosses et des stations autonomes a notamment un impact fort sur le coût d'exploitation.
- ✓ Même ainsi ce coût est loin d'être faible, comme les chiffres fournis par l'OPH le montrent (95 F/m³).
- ✓ Au total, on retrouve pour la solution collective un ordre de grandeur comparable à celui observé à Bora Bora (130 F/m³). Le coût de la solution autonome est approximativement 50 % plus cher (190 F/m³).

3.4.5. La question des eaux pluviales

L'agglomération de Papeete est dotée d'un réseau de drainage pluvial relativement complet sur les parties hautes de la ville, mais qui ne résout pas les problèmes d'inondations dans certains quartiers proches du front de mer.

Les efforts qui sont en cours pour maîtriser la situation en ce qui concerne les eaux usées risquent de s'avérer plus ou moins vains si la problématique de la pollution des eaux pluviales n'est pas prise à bras le corps elle aussi. L'augmentation des ruissellements consécutive à la croissance de l'imperméabilisation crée de plus en plus de problèmes.

On observe, de plus, une évolution de l'urbanisme qui va dans un sens négatif en ce qui concerne la maîtrise des eaux pluviales. L'expansion de la ville s'étend dans les collines de l'arrière pays.

Selon les services techniques de la Mairie de Papeete, cette évolution est bloquée par la côte piézométrique disponible de l'alimentation en eau potable, qui empêche actuellement de construire au dessus de la cote 110. Mais un projet existe pour porter cette limite à la cote 230.

On notera enfin que le rapport 2007 du CHSP relatif à la qualité des eaux de baignade sur l'île de Tahiti liste un grand nombre de plages non conformes à la baignade (catégories C & D) car souillées par des arrivées de pollution en période d'intempéries.

(16) L'emprise totale des fosses et des petites stations est supérieure. Mais ces équipements sont enterrés ou inclus dans des édificiations sur lesquelles d'autres usages sont permis. On ne considère donc qu'une partie du coût foncier correspondant à l'espace utilisé.

3.4.6. Perspectives

a) La généralisation de l'assainissement collectif

Papeete est avant tout une ville de plus de cent trente mille habitants, pour laquelle la solution à prôner est sans aucun doute une généralisation de l'assainissement collectif, avec des réseaux séparatifs d'égout sanitaire, des stations de traitement primaires et secondaires et des émissaires en mer, au delà de la barrière corallienne. Le tout étant associé à une unité de traitement des boues collectées dans les différentes stations. Le scénario alternatif du maintien d'une couverture basée sur l'assainissement autonome devra cependant perdurer le temps de réaliser les équipements collectifs sur l'ensemble des communes, c'est à dire durant de nombreuses années.

La mise en œuvre d'un système performant (c'est-à-dire centralisé) d'assainissement des eaux usées est indispensable pour le développement de l'urbanisme en milieu urbain dense.

En effet :

- ✓ L'absence de solution centralisée (réseau de collecte et grande station d'épuration traitant l'ensemble des eaux usées d'une commune) pèse souvent sur des décisions de construction de logements neufs.
- ✓ La politique de suivi des STEP individuelles ou collectives à l'échelle de lotissements que mène le CHSP devient de plus en plus contraignante. L'obligation résultante des dispositifs d'auto-surveillance, la régularité croissante des contrôles effectués par cet organisme auprès des particuliers et des syndicats ne permet plus le laisser-aller qui s'observait ces dernières années. Ceci se sait et crée un état d'attente chez les investisseurs qui préfèrent retarder les investissements, notamment dans les communes où ils savent que des solutions centralisées sont en cours de mise en œuvre à court et moyen terme.
- ✓ Il en va de même en ce qui concerne les projets de rénovation du bâti existant : ceci est surtout vrai pour les commerces qui planifient une extension et qui sont souvent limités par l'obligation qui leur est faite de rendre conforme leurs installations de traitement de leurs eaux usées (notamment pour le traitement tertiaire).

La solution de l'assainissement individuel (ou semi collectif, avec une STEP pour un immeuble ou un lotissement) est toutefois valable à condition que certaines caractéristiques de site soient réunies (faible densité, perméabilité du sol, faibles pentes...). Il faut toutefois bien comprendre que cette solution est beaucoup plus difficile à mettre en œuvre dans une région où la qualité des eaux de baignade est primordiale.

En effet, le point faible de la technique de l'assainissement individuel ou semi collectif réside dans sa difficulté à traiter efficacement la pollution bactérienne (traitement tertiaire). Pour être efficace, cette partie du traitement doit se faire :

- ✓ Sur un lit d'infiltration, ce qui nécessite de la place sur la parcelle bâtie (plusieurs centaines de m² pour une maison individuelle).
- ✓ A l'aide d'un système d'Ultra Violet (UV) qui coûte cher en énergie électrique.

Par ailleurs, le manque d'information, le coût de l'opération et, dans certains cas, la désinvolture des propriétaires, entraîne très souvent le particulier à ne pas faire vidanger son système d'assainissement individuel régulièrement. On rencontre d'ailleurs souvent ce discours chez le particulier : « ma fosse septique fonctionne correctement, la preuve : je ne la vidange jamais ». Ceci est évidemment un raisonnement totalement erroné.

Enfin, la difficulté des contrôles de cette filière par absence de volonté politique et manque de moyens doit être soulignée. Il est donc légitime de se poser la question suivante : doit-on continuer à adopter la technique de l'assainissement individuel dans des régions où la qualité des eaux de baignade est aussi primordiale et où les contrôles sont si légers ?

Un important travail doit être impérativement effectué en ce qui concerne les critères de dimensionnement, notamment au sujet de la dotation par habitant. Une série de campagne de mesure des débits et des charges dans les réseaux déjà existants s'impose.

b) La mise en place d'une stratégie cohérente

Toutefois, il faut bien souligner que la mise en place d'une stratégie d'assainissement collectif ne se résume pas au financement des quelques 45 milliards de F CFP qui sont à envisager selon le Tableau 4 (p. 27).

L'assainissement collectif est un service qui requiert des moyens techniques compétents et des coûts d'opération relativement élevés, indépendamment des coûts d'investissement. S'il est toujours envisageable de subventionner les équipements initiaux, il n'en est pas de même pour éponger les éventuelles pertes chroniques d'une structure d'exploitation, années après années.

L'exemple de Moorea, et dans une large mesure aussi celui de Punaauia, montrent qu'il est inopérant de se lancer dans des programmes d'investissement avant d'avoir clairement défini qui gèrera quoi et surtout qui paiera quoi.

La première dimension du problème est d'ordre institutionnel. L'assainissement, comme l'eau et la collecte des déchets solides, est une compétence municipale. L'agglomération de Papeete est segmentée en 7 communes qui, en termes d'assainissement, sont bien définies (suivant à peu près des limites de bassins versants) mais qui restent petites. Des regroupements entre communes sont à envisager. Le Cadre d'Orientations Générales de 2005 (étude SPEED) en fait état pour Arue-Pirae, où une gestion commune pourrait conduire à une réduction du coût du service de l'ordre de 15 %.

Malheureusement, la Polynésie française n'a pas la même tradition séculaire d'intercommunalité que connaît la France métropolitaine. Il est probable que toute tentative d'association entre communes mettra un certain temps à se mettre en place.

Pour souligner la contrainte institutionnelle, on observera que le processus en cours, avec la réalisation d'un SDAL par commune, est en train de conduire vers la construction d'autant d'émissaires longs que de communes. La perspective d'un aménagement global avec sept émissaires pour une population totale de l'ordre de 130.000 habitants n'a pas de sens sur le plan financier (surcoût notoire d'investissement) et sur le plan technique (la surveillance et la maintenance d'un émissaire est une tâche complexe).

(17) Paea, Punaauia, Faa'a, Papeete, Pirae, Arue, Mahina

Au delà de la question institutionnelle, il s'agit aussi d'aborder de front le vrai fondement de toute politique d'assainissement, à savoir comment sont couverts les coûts d'exploitation.

c) Le débat essentiel de la tarification

Pour fixer un ordre de grandeur, on considérera que le coût d'exploitation est de l'ordre de 80 F/m³, au bas mot, en dehors de tout amortissement ou provisions relatives aux équipements lourds. Soit un budget annuel de 25.000 F CFP pour une famille moyenne qui consomme 200 l/hab.jour. Les consommateurs sont-ils prêts à payer une telle somme, sachant qu'ils devraient aussi payer une valeur de même ordre pour l'alimentation en eau ?

L'analyse de la capacité à payer des ménages (voir 3.6.2.b), mène à la conclusion que ce niveau de prix est acceptable. Mais quand on interroge la population, on observe que 60 % pensent que ce devrait être à la commune de payer, contre seulement 29 % qui indiquent que c'est aux consommateurs d'eau de payer (enquête 2008, voir 7.2.3.d). Mais dans quelles mesures les communes sont-elles prêtes à assumer ce coût et avec quelles ressources ? Ou quelle péroration peut-elle être mise en place pour que les foyers résidentiels modestes aient un tarif préférentiel ?

A Bora Bora, la question a pu être contournée grâce à un fort différentiel tarifaire : les hôtels paient 90 % de la facture totale d'assainissement de l'île. Mais la réplique du même schéma à Punaauia ne fonctionne pas (du moins pas pour l'instant).

Une réflexion sur le modèle tarifaire est donc essentielle. Mais il est peu probable que l'on puisse établir un consensus social sur ce thème sans avoir résolu, auparavant ou simultanément, la même question pour l'eau. L'eau est un service plus facilement « vendable » à la population que l'assainissement, qui n'en est qu'un sous-produit. Si on n'arrive pas à mettre en place un schéma de prix acceptable pour l'alimentation en eau, il semble plutôt utopique d'espérer imposer un prix satisfaisant pour l'assainissement. C'est le défi dans lequel s'est lancé Punaauia.

Ce n'est pas que le coût de l'assainissement collectif soit absurde-ment élevé. On a montré plus haut qu'il est sensiblement moins cher que le prix global du système actuel, basé sur l'assainissement autonome, du moins si celui-ci était réalisé d'une façon correcte. Mais le prix de l'assainissement autonome n'est pas ventilé de la même manière, et n'est pas toujours perçu à sa juste valeur par la population. Pour cette dernière, c'est le prix global de ce qu'elle a à payer pour l'eau et l'assainissement qui importe. Quand elle reçoit deux factures séparées, comme à Punaauia, elle a l'impression de payer deux fois pour le même service.

TABLEAU 19
Schéma tarifaire Ville de Papeete – 2009

PARTIE VARIABLE		
TRANCHES	M ³ /AN	F HT/M ³
1	0 - 600	25
2	> 600	75

PARTIE FIXE		PARTIE VARIABLE		
DIAMÈTRE	F CFP HT/AN	TRANCHES	M ³ /AN	F HT/M ³
15 mm	15 000	1	0 - 400	25
20 mm	30 792	2	401 - 600	50
25 mm	53 791	3	601 - 1200	100
30 mm	84 853	4	1201 - 4200	200
		5	> 4200	300

A l'heure présente du début de 2009, le débat tarifaire se centre sur la commune de Papeete, qui vient de publier la grille qui entrera en vigueur dès que le système d'assainissement collectif de la ville sera inauguré (mars 2009 pour la zone pilote du centre ville) (voir Tableau 19).

On notera que la grille tarifaire publiée soulève diverses questions, tant par la structure de la grille que par les prix moyens qu'elle induit :

- ✓ Le prix moyen du service d'assainissement est très élevé, de l'ordre de 200 F/m³ uniquement pour la partie variable, selon la distribution des volumes par tranche. Ce prix moyen de l'assainissement est très sensiblement supérieur à celui de l'eau, qui reste de l'ordre de 60-65 F/m³.

- ✓ S'ajoute à cela une partie fixe elle aussi élevée. Les projections financières semblent indiquer que le service d'assainissement de la ville sera fortement bénéficiaire, une fois que l'ensemble du réseau aura été installé.

- ✓ La structure de la grille en cascade est aussi questionnable. Pourquoi établir cinq tranches, alors que les trois premières ne devraient correspondre qu'à un pourcentage réduit des futurs abonnés (respectivement 5 %, 4 % et 8 % des consommations en volume à l'horizon 2018) ? Surtout, l'établissement d'un tarif par pallier n'a de sens que pour offrir un tarif « social » aux habitants les plus pauvres. Cette approche n'est pas appropriée si la majorité de la population, en particulier la plus pauvre, habite dans des immeubles collectifs qui sont facturés selon la lecture de leur compteur général. Les résidents en habitat collectif paieront le prix fort, étant systématiquement en tranche haute, alors que ce sont les propriétaires de résidences individuelles qui seront favorisés.

d) La gestion des eaux pluviales

Si la mise en œuvre d'un système performant d'assainissement des eaux usées est indispensable pour le développement de l'urbanisme en milieu urbain, il en est de même pour les eaux pluviales. Les enjeux se situent à deux niveaux :

- ✓ La pollution des eaux pluviales n'est probablement pas un problème prioritaire pour le citoyen ou pour l'investisseur, mais une prise de conscience progresse chez les élus, les techniciens et les environnementalistes qui aboutissent au constat que la protection du milieu récepteur (le lagon) passe aussi par des investissements importants d'interception des apports massifs de MES transportée par les ruissellements consécutifs aux épisodes pluvieux.

- ✓ L'augmentation des débits liée à l'extension de la ville devient un problème crucial depuis que se développe l'urbanisation des hauteurs. Les mesures d'atténuation (bassins de rétention ou bassin d'orage) commencent à être imposées aux lotissements en hauteur mais les règles de dimensionnement de ces ouvrages ne sont pas établies.

e) Traitement et protection du milieu marin

La solution du traitement en STEP + émissaire en mer est incontournable dans les archipels polynésiens. Il est donc indispensable de mieux appréhender les conséquences de cette solution là où elle a déjà été implantée.

Une convention est en cours de mise en œuvre entre la DIREN et le CRISP. Elle devrait permettre :

- ✓ Le lancement de campagne de mesures en mer pendant un intervalle de temps significatif (plus d'une année) ;

- ✓ L'analyse des résultats de cette campagne ;

- ✓ La valorisation du retour d'expérience sur les systèmes de Bora Bora et Punaauia.

3.5. Quel assainissement pour le reste de la Polynésie française ?

En dehors de la l'agglomération de Papeete, l'aménagement de la Polynésie française se caractérise par une absence de véritable ville. Il s'agit plutôt de villages, pouvant compter jusqu'à deux ou trois mille habitants pour les principaux, qui restent peu denses.

A l'exception des zones de forte concentration hôtelière (Bora Bora et quelques parties de Moorea), on se trouve typiquement dans des situations d'aménagement urbain où les deux stratégies sont a priori envisageables : l'assainissement collectif ou l'assainissement autonome.

Dans les îles hautes, il semble que l'assainissement autonome reste la stratégie la plus recommandable, du moins tant que celle-ci reste administrable. A moins d'une prévision de croissance exceptionnelle, l'assainissement collectif est alors une sorte de « Plan B », à n'anticiper que lorsque la collectivité n'a pas su gérer son urbanisation, et que les conditions sanitaires ou environnementales en deviennent menacées. C'est ce qu'il ressort de l'étude de cas présentée ci-dessous pour Huahine (3.5.1).

La question est plus complexe dans les atolls, où la ressource en eau est rare. Indépendamment d'une densité d'urbanisation qui reste faible, la préservation de la nappe phréatique (lentille d'eau douce) devient un enjeu primordial. Cette problématique particulière est abordée au travers de l'exemple de Rangiroa (3.5.2).

L'exemple d'Hiva Oa (3.5.3) montre que certaines situations sont plus complexes, la proximité du captage d'eau douce entraînant des interférences avec l'assainissement, même dans certaines îles hautes.

3.5.1. Assainissement autonome ou collectif à Huahine ?

« D'abord compléter le service d'eau, dont la couverture n'est encore que de 90 %, puis résoudre la questions des ordures ménagères avec l'installation d'un CET ». La position du maire de Huahine est claire : l'assainissement n'est pas une priorité. Il s'agit certes d'un sujet important qu'il faudra aborder un jour, mais il n'y a pas d'urgence. En tous cas, il ne ressent pas une demande explicite de la population.

Après avoir fait un tour minutieux de l'île¹⁸ en compagnie de secrétaire général de la mairie et du responsable des services techniques, il semble difficile de contredire le discours de la municipalité. Pas de traces d'eaux usées dans les ruisseaux qui coulent vers le lagon, pas de pollution apparente dans les villages.

La qualité des eaux du lagon est d'ailleurs excellente. Les analyses faites plusieurs fois par an par le CHSP sur 4 points de surveillance montrent que les eaux de baignade restent de bonne qualité à Huahine : pas une seule analyse non conforme depuis 2002. L'eau de baignade est considérée comme de bonne qualité (AB). Il n'y a d'ailleurs aucune plainte à ce sujet, ni de la part des hôteliers, ni de celle des pêcheurs lagunaires.

D'après le recensement de 2007, Huahine compte 5.986 habitants, répartis en 8 villages. L'eau potable, administrée en régie par la commune, provient de trois forages dans les hauteurs. En 2007, ces forages ont fourni 810.665 m³, soit en moyenne 2.221 m³/jour pour une capacité installée de 2.825 m³/jour. 3 réservoirs totalisent 1.600 m³. Ils alimentent en gravitaire un réseau (ossature PVC DN 225) qui fait le tour des îles. Un quatrième forage, ainsi qu'un réservoir additionnel de 600 m³, sont programmés pour renforcer la production et éviter les coupures qui ont eu lieu lors des dernières sécheresses. 572.184 m³ d'eau ont été comptés et facturés en 2007, auprès des 1.926 abonnés que compte la régie, ce qui indiquerait un indice de perte de distribution de 29,4 %. ¹⁹ La facturation est réalisée tous les deux mois. Tous les abonnés sont équipés de compteurs. 1.855 clients sont assimilés à la catégorie domestique. La consommation domestique facturée est de l'ordre de 230 l/habitant/jour.

TABLEAU 20 - Population et consommation d'eau à Huahine - 2007

	HABITANTS	LOGEMENTS	ABONNÉS	CONSOMMATION	
	31/12/2007	31/12/2007	31/12/2007	M ³ /AN	M ³ /AB.MOIS
Fare	1 430	506	694	221 891	26,6
Fitii	1 146	406	264	64 484	20,4
Haapu	627	222	215	64 229	24,9
Parea	502	178	143	42 962	25,0
Tefarerii	394	140	146	52 912	30,2
Maroe	509	180	83	27 047	27,2
Faie	388	137	197	45 023	19,0
Maeva	990	351	184	53 636	24,3

27 % de la consommation facturée est non domestique, répartie entre 34 abonnés hôteliers et 36 abonnés associatifs (cultes, activités sportives ou culturelles). La capacité hôtelière de l'île est constituée par 29 sites (2 hôtels et 27 pensions), totalisant 190 unités (chambres ou bungalows) pouvant héberger un total de 625 personnes. Mais le coefficient de remplissage des deux hôtels n'a été que de 45 % au long de 2007.

Concernant l'eau, le principal problème de la municipalité reste le taux de recouvrement, qui stagne entre 60 et 65 % du montant facturé. Le portefeuille d'impayés s'accumule, et le déficit de trésorerie est permanent. Le nouveau maire (élu en 2008) met l'accent sur le recouvrement, en proposant des conditions de paiement aux débiteurs, et surtout en menaçant, pour la première fois, de réduire la pression aux abonnés qui ne sont pas à jour.

TABLEAU 21 - Tarifs de l'eau (depuis 01/01/06) - Régie de Huahine

	ABONNÉS DOMESTIQUES		PETITE HÔTELLERIE		ASSOCIATIONS	
	M ³ /MOIS	F CFP	M ³ /MOIS	F CFP	M ³ /MOIS	F CFP
Prime fixe	450		Prime fixe	450	Prime fixe	450
0 - 20	40		0 - 40	40	0 - 50	40
21 - 37	60		41 - 200	60	51 - 250	60
38 - 125	120		201 - 500	150	251 - 750	150
126 - 375	150		> 500	500	> 750	500
> 376	500					

Selon l'étude AFD (2008), les coûts hors amortissement et investissement de la régie ont été de 47,9 MF CFP, valeur proche de la facturation 2007 (47,4 MF), qui conduit au coût moyen suivant :

- ✓ 58,5 F/m³ produit
- ✓ 82,9 F/m³ facturé.

Le déséquilibre financier de la régie est donc essentiellement dû au faible taux de recouvrement.

L'assainissement est systématiquement de type individuel, par fosse septique. L'installation de fosses dans les normes est contrôlée lors de la construction du bâtiment par le CHSP, comme dans toute la Polynésie française, mais il n'y a pas ensuite de suivi de la bonne opération des fosses. Dans de nombreux cas, les fosses ne sont jamais vidangées, à moins qu'il y ait un problème de nuisance. De toute façon, il n'y a pas de service « professionnel » de vidange sur l'île, ni public, ni privé.

La mairie vidange annuellement, avec une motopompe, les fosses de la cuisine collective (1200 repas par jour pour les écoles) et des 10 écoles municipales. Des personnes privées réalisent aussi le même service pour les propriétaires qui font appel à eux, quand ces propriétaires ne font pas la vidange eux-mêmes. Sans équipements appropriés, la vidange est souvent réalisée à la main, dans des conditions hygiéniques douteuses. La destinée des boues collectées n'est pas connue.

La mairie note une dizaine de plaintes par an liées aux mauvaises odeurs dégagées par une fosse. Dans ces cas, la mairie ou le service d'urbanisme (du Pays) interviennent en obligeant le propriétaire à remédier au problème. La fréquence de réclamations reste cependant faible, ce qui n'a pas incité jusqu'à présent les pouvoirs publics à prendre des mesures prophylactiques.

Toutefois, cette information discordance avec le résultat de l'enquête sur l'eau réalisée par l'AFD (2008) sur 6 communes de Polynésie française. Sur un échantillon de 80 ménages de Huahine, 25 % déclarent être insatisfaits du service des eaux usées. Ce pourcentage est significativement supérieur à ceux constatés dans les autres communes, notamment par exemple à Faa'a, dont la zone urbaine n'a pas de réseau, et où seulement 15 % des ménages sondés se montrent insatisfaits.

Il est probable que la nappe phréatique sous les principaux villages est bactériologiquement polluée, mais cette nappe n'est pas utilisée, ni même pour des puits visant l'arrosage de petit maraîchage. Son état sanitaire n'est pas surveillé.

En termes de drainage pluvial, il n'y a pas de problème majeur. Un canal de colature a été construit pour protéger Fare contre les écoulements provenant de la montagne. D'après les services techniques de la mairie, cela semble suffisant.

Pour revenir à la question de la gestion des eaux usées, Huahine est le cas typique d'un lieu où deux stratégies sont envisageables :

- ✓ Soit prôner l'assainissement autonome, en établissant les mesures d'encadrement et les services complémentaires nécessaires ;
- ✓ Soit s'orienter vers un assainissement collectif, avec un réseau de collecte et des unités de traitement.

Les zones de concentration de population restent peu denses. 96 % des habitations ont un jardin. Le sol est perméable. L'assainissement par fosses septiques est une solution techniquement opportune. C'est d'ailleurs ce qui se fait aujourd'hui, avec un résultat plutôt positif.

Mais il est important de garder à l'esprit que l'assainissement autonome reste une solution collective de gestion de l'évacuation et de traitement des eaux usées, même si les équipements sont fondamentalement individuels. La municipalité est garante du cadre

de vie et des conditions de salubrité dans lesquelles vit la population. Elle conserve la responsabilité du contrôle de la situation et de l'anticipation des mesures à prendre avant que cette dernière dégénère.

Il semble recommandable de poursuivre une stratégie orientée vers l'assainissement autonome, le recours au réseau collectif « tout à l'égout » constituant un plan de secours auquel il faudra bien se raccrocher si la municipalité n'arrive pas à maintenir une situation sanitaire et environnementale satisfaisante au travers d'une bonne gestion des fosses septiques.

Deux mesures sont déjà effectives :

- ✓ L'imposition et le contrôle de l'installation de fosses lors de la construction de nouveaux bâtiments, au travers du mécanisme institué par l'arrêté n°1506/CM du 29 décembre 1997 dans le cadre de la délivrance de permis de construire.
- ✓ La surveillance des eaux de baignade, c'est à dire des conditions sanitaires du lagon, conduite par le CHSP.

Trois mesures complémentaires sont à prendre :

- ✓ Le contrôle de la qualité bactériologique des nappes phréatiques dans les endroits les plus exposés (sous les centres villageois), voire le contrôle bactériologique de quelques points particuliers (tels que l'extrémité ouest du lac Fauna Nui). Même si la nappe n'est pas utilisée, il convient d'être conscient que l'assainissement autonome revient à la sacrifier. L'évolution de sa qualité bactériologique est un excellent indicateur du fonctionnement de l'assainissement autonome. Son suivi permet d'avoir des alertes pour prendre des mesures additionnelles, voire pour s'orienter vers une solution de réseau collectif en cas d'une dégradation brutale qui ne semblerait plus « contrôlable ».
- ✓ La mise en place d'une politique de contrôle du fonctionnement des fosses, qui se traduit principalement par le suivi et l'incitation aux vidanges. De par sa petite taille, il est possible que l'île ne peut avoir une offre privée bénéficiaire de services de vidange réalisés avec des équipements et de méthodes agréées. Dans ce cas, il faut prévoir un schéma de subvention partielle de l'activité par la municipalité.
- ✓ L'évacuation des boues de vidange reste une question centrale. Elle est à prendre en compte dans la conception du projet de CET.

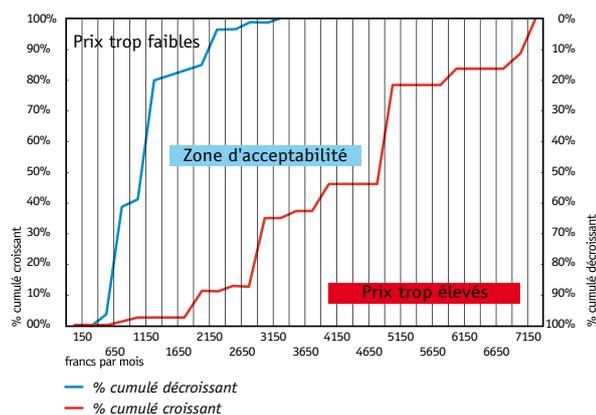
Ainsi, le choix d'une stratégie orientée vers l'assainissement autonome ne signifie pas que la collectivité, au travers de la municipalité, doit s'en désintéresser, ni qu'elle n'en a pas de coûts directs à budgéter. Mais ce coût est sans commune mesure avec celui correspondant à un réseau collectif et une station de traitement.

Dans ce dernier cas, il faut rappeler qu'au delà du coût d'investissement (en grande partie subventionné), le véritable enjeu pour la collectivité locale réside dans la couverture des coûts de fonctionnement. Pour donner un ordre de grandeur, en dehors de toute étude précise, on retiendra que ce coût d'exploitation d'un système d'assainissement collectif est probablement supérieur à 80 F/m³ d'eau facturée.

La population est-elle prête à payer une telle somme, en plus de son tarif actuel pour l'alimentation en eau ? Il est vrai qu'en contrepartie, elle évite ainsi d'avoir à investir dans la construction de fosses (250.000 F CFP en moyenne), pour les nouvelles constructions, et économise des vidanges régulières, dont le prix serait de l'ordre de 37.000 F CFP.

L'enquête sur l'eau réalisée par l'AFD en 2008 conclut que le montant moyen accepté de la facture d'eau domestique est supérieur à 3.000 F/mois pour 90 % des ménages. Ce chiffre est sensiblement supérieur au montant de la facture moyenne payée actuellement (1.576 F/mois).

Figure 3 - Huahine – Montant moyen accepté de la facture d'eau



AFD (2008) : Etude sur les déterminants de la demande et la volonté de payer l'eau dans 6 communes de Polynésie française

3.5.2. Rangiroa : l'assainissement pour sauver l'eau

a) La problématique de l'assainissement dans les atolls

Dans les îles hautes, l'eau potable provient généralement du relief pratiquement inhabité du centre de l'île. L'impact d'éventuelles déficiences d'assainissement sur le coût de production d'eau potable est donc à peu près nul.

Il n'en est pas de même dans les atolls des Tuamotu, ou sur les motu habités des îles hautes.

L'assainissement des eaux usées des Tuamotu fait l'objet d'une étude, confiée au bureau Ha'aviti par le Ministère du Tourisme et de l'Environnement, visant à la réalisation d'un cadre d'orientations générales. Le rapport de Phase 2 « Présentation, analyse de l'état initial et zonage des îles retenues » a été présenté en mars 2008.

D'une manière générale, l'étude conclut sur l'état des lieux que :

- ✓ L'assainissement des eaux usées suit globalement le même mode de fonctionnement dans tous les atolls visités des Tuamotu ;
- ✓ Quelques unités collectives de traitement des eaux usées existent dans les hôtels de luxe ou dans les collèges. Les unités classiques d'épuration (boues activées ou bio-disques) ne présentent pas des fonctionnements performants du fait de défauts importants de conception, de l'éloignement et du manque d'entretien. Les unités extensives d'épuration collectives démontrent de meilleurs résultats grâce à une rusticité adaptée au contexte ;
- ✓ Les équipements individuels sont, quant à eux, très en deçà des critères normalement acceptables pour une épuration des eaux usées. Les installations ne sont pas aux normes réglementaires pour plus de 95% des habitations, mais on peut aussi constater que les solutions préconisées par la réglementation locale ne sont pas adaptées aux conditions de vie des habitants des Tuamotu ;
- ✓ Les populations souffrent d'un manque d'eau douce chronique et régulier. La préoccupation des paumotu (habitants des Tuamotu), relayée par les instances municipales, est focalisée sur ce point : « Sans eau dans le fare, il est inutile de penser aux eaux usées. » Le conseil municipal de Rangiroa, par exemple, ne consi-

(20) Le second hôtel de catégorie internationale de Rangiroa a aussi un osmoseur, mais de capacité moindre.

dère pas l'assainissement des eaux usées comme une priorité pour les Tuamotu ni pour l'atoll de Rangiroa. Les enjeux prioritaires sont de fournir de l'eau potable aux administrés et de régler le problème de déchets ménagers ;

- ✓ Pourtant, la question de l'eau douce est directement liée à celle des eaux usées .
- ✓ Si le lagon ne souffre pas, en apparence, de la pression urbaine actuelle, qui reste faible avec un habitat espacé, la fragile nappe superficielle d'eau douce (les lentilles d'eau) sous les atolls est vite contaminée à l'approche des villages. Les puits sont potentiellement pollués en bactériologie et en physico-chimie ;
- ✓ Les premières conclusions d'Ha'aviti sont que l'assainissement individuel est à privilégier sur l'ensemble des atolls, mais en affirmant le besoin de respecter les critères réglementaires minimum : une fosse étanche, un système de drainage avant le rejet dans le sol ;
- ✓ Les refus de l'assainissement (boues, matières de vidange...) ne sont pas pris en compte par la collectivité et leur évacuation se fait de façon anarchique.

b) Analyse du cas de Rangiroa

Rangiroa est l'atoll le plus peuplé des Tuamotu. Selon les données du recensement de 2002, l'atoll de Rangiroa compte 2.281 habitants, qui se concentrent sur les deux motu contigus d'Avatoru et Tiputa, ce qui correspond à une bande d'environ 15 km de long pour 200 à 500 mètres de large.



Photo 5
Citernes de stockage d'eau de pluie à Rangiroa

L'atoll ne dispose d'aucun réseau public d'eau potable. Les habitations et les pensions touristiques s'alimentent par des puits dans la lentille d'eau douce ou en stockant l'eau de pluie dans des citernes. La mairie, qui dispose de plus de stockage d'eau de pluie grâce à la récupération des toitures des bâtiments collectifs, revend de l'eau par camion aux habitants dont la citerne est vide.

L'hôtel Kia Ora possède un osmoseur pour sa consommation d'eau.²⁰ L'eau salée pompée dans le lagon est acheminée vers deux lignes d'osmose (technologie japonaise) de 100 m³/j chacune, qui fonctionnent en alternance. Les membranes sous haute pression (4 MPa) fournissent un tiers d'eau douce pour deux tiers d'eau de saumure qui sont renvoyés dans le lagon. L'eau douce est ensuite remontée en pH et chlorée, avant d'être stockée dans trois citernes.

La consommation de l'hôtel en période de pointe (85 % d'occupation des 68 bungalows) est de l'ordre de 100 m³/jour. Le responsable de la maintenance calcule que le coût total atteint 5 F CFP par litre d'eau douce. Il estime par ailleurs que les pertes dans le réseau d'eau traitée sont supérieures à 20 m³/jour.



Photo 6
Osmoseur de l'hôtel Kia Ora (Rangiroa)

En termes d'assainissement, l'étude réalisée par Ha'aviti conduit à une estimation de 440 m³/j d'eaux usées produites (dont 210 m³/j pour les hôtels et pensions). La plupart des bâtiments sont équipés de fosses septiques, certaines avec des drains d'infiltration en aval, voire avec un système de pompage pour disperser l'effluent traité dans la cocoteraie (cas du Kia Ora). En général les habitants sont réticents à l'installation de drains, à cause du colmatage par les racines des cocotiers.

Il n'y a pas de service de vidange. La mairie a par contre un équipement d'autocurage permettant de résoudre les problèmes, à la demande des propriétaires. Beaucoup de fosses sont anciennes et n'ont jamais été vidangées.

D'après les témoignages recueillis, la nappe est complètement polluée sous la partie la plus dense du village. De nombreux puits existent, et certains habitants ou certaines pensions en extraient plus de 100 l/jour par personne.

c) Réflexions sur le non-assainissement dans les atolls

Encore une fois, il ne s'agit pas ici d'un « non assainissement », mais d'une absence de politique d'assainissement. Plus encore, d'une absence de politique de l'eau. Sans une approche collective appropriée, chacun se débrouille.

Pour l'eau douce, les résidences et les petites pensions creusent des puits et surexploitent gracieusement la fragile ressource des lentilles, tant qu'elle n'est pas salinisée par une ponction excessive ou qu'elle n'est pas trop polluée par les fosses mal dimensionnées et mal entretenues. Ils complètent leurs besoins par des citernes de stockage d'eau de pluie. Même s'ils ne paient pas directement pour leur consommation, ce schéma a un coût monétaire direct : Il faut investir dans les puits et dans les citernes. De plus, l'utilisation de l'eau de pluie collectée ne passe pas sans un minimum de transport par camion et de revente d'eau stockée, par exemple par la municipalité. Il y a toujours une citerne vide qu'il faut remplir depuis un autre point de stockage. Le stockage en citerne présente de plus un risque sanitaire important.

Les grands hôtels, dont la demande en eau ne peut être satisfaite par ces techniques, recourent à des équipements autonomes dont le coût (investissement et exploitation) est extrêmement élevé.

Sur un motu relativement peuplé comme Avatoru à Rangiroa, il est probable qu'un système de gestion collective de l'eau, avec un réseau, coûterait globalement moins cher que la somme des dépenses individuelles affectées à l'eau. Mais le transfert de solutions autonomes à un système collectif pose plusieurs questions délicates à résoudre :

✓ Les investissements individuels ont déjà été faits. Les remettre définitivement pour se brancher à un nouveau réseau constitue une perte économique pour leurs propriétaires, qui ont investi

dans des puits, des pompes et des citernes. Il y a un coût collectif à assumer, lié au changement de mode de gestion de l'alimentation en eau.

✓ Même si cela coûte finalement moins cher, l'idée de passer à une monétarisation directe de l'eau consommée (en ayant un prix au m³ acheté à un réseau) implique de vaincre une barrière psychologique plus ou moins marquée selon les lieux et les cultures.

La population ne s'y trompe pas, la vraie question est dans l'eau. L'assainissement n'est qu'une composante de la problématique de l'eau.

Au delà du discours « environnementalement correct » des décideurs publics (mais ce ne sont pas eux qui paient ensuite la redevance), le retour économique essentiel de la mise en place d'une politique cohérente d'assainissement dans les Tuamotu est lié au coût effectif de l'eau.

Que la solution technique à développer soit plutôt un assainissement individuel encadré ou plutôt un réseau de collecte et traitement collectif, il semble utopique de vouloir prôner une politique d'assainissement effective dans les atolls sans avoir institué auparavant une politique de l'eau douce, voire de l'eau potable.

Le lagon ou la barrière de corail ne sont pas directement menacés, tant que les densités de populations restent très faibles. L'impact sur la pêche lagonaire est inexistant, l'impact sur le développement touristique est certain, mais il passe en tout premier lieu par l'éventuel surcoût de l'eau douce.

Si on est sûr que la nappe phréatique (lentille d'eau douce) n'est pas polluée, et si on sait en gérer son usage (contrôle de salinisation), il serait peut-être plus judicieux de laisser l'eau de pluie s'y stocker plutôt que de la recueillir dans des citernes en plastique. Dans ce cas, il pourrait être approprié d'équiper les villages de petits réseaux d'égout avec un traitement primaire et un émissaire au delà de la barrière frangeante du côté océan. Cela revient à renchérir le coût d'assainissement pour réduire celui de l'alimentation en eau. Car à la marge, le prix de l'eau reste élevé. Une fois utilisée, les maigres ressources qui ont pu être exploitées à partir des eaux de pluie (en citerne ou dans la lentille), la technique alternative est le dessalement. Tout m³ d'eau additionnelle qu'une protection de la nappe contre la pollution des fosses permet d'exploiter représente un m³ en moins à dessaler, aujourd'hui ou demain. A moins de laisser indéfiniment la population avec les restrictions quant à l'usage de l'eau qu'elle connaît actuellement et de continuer à entraver le développement touristique des atolls par le manque d'eau douce.

3.5.3. Eau potable et assainissement à Hiva Oa (Archipel des Marquises)

Dans les Marquises, les villes et villages sont toujours installés dans le fond des vallées, aux débouchés de celles-ci au creux de baies plus ou moins ouvertes. Même si des récifs frangeants existent dans certaines îles (Nuku Hiva), il n'y a jamais de lagons.

Sur l'île d'Hiva Oa (2.300 habitants), quelques réseaux d'alimentation en eau existent, comme à Atuona, la ville principale (1.800 habitants), mais nulle part l'eau distribuée par ces réseaux est considérée comme potable, notamment du fait de la présence de coliformes fécaux.

Cette eau non potable est prélevée en rivière sans périmètre de protection, à proximité des zones construites et exposées aux divagations des animaux et aux dépôts de déchets qui subsistent encore malgré des campagnes de sensibilisation. L'eau brute prélevée est distribuée sans aucune désinfection préalable.



Il convient toutefois de rappeler qu'une fosse septique sert à décanter les matières en suspension (MES), qui s'accumulent et se stabilisent dans la fosse. Le liquide en partie épuré rejoint ensuite le système naturel de drainage ou s'infiltre dans le sol. Si la fosse n'est jamais vidangée, elle s'est remplie de MES qui se sont sédimentées. Elle ne sert plus à rien, puisque les eaux sales entrantes en ressortent aussitôt. Ceci dit, une fosse septique n'est pas absolument nécessaire en théorie (même si elle reste obligatoire selon la réglementation), quand le sol est très filtrant et que le niveau de la nappe phréatique est éloignée. C'est alors le sol qui fait office de filtre, la matière organique s'épurant naturellement dans les interstices aérobie. Tant que le sol ne se colmate pas, cela fonctionne. Il n'y a pas d'odeurs (essentiellement liées à une décomposition anaérobie) et cela a même l'avantage d'enrichir le sol. Mais le problème n'est plus le même lorsque la nappe phréatique est proche. Dans ce dernier cas, c'est elle qui reçoit la pollution bactériologique. Ce qui n'empêche pas qu'en apparence, le propriétaire des lieux ne soit aucunement gêné et ne voit pas l'intérêt de vidanger sa fosse.

La connaissance ancienne de la non-potabilité de l'eau par les habitants évite cependant les problèmes sanitaires majeurs, les ménages consommant essentiellement de l'eau minérale embouteillée. La population n'utilise pas de puits.

Un premier schéma directeur pour Atuona avait été élaboré avec le captage d'une source dans le village voisin de Taaoa. Cependant, ce schéma n'incluait pas ce propre village parmi les bénéficiaires du système d'alimentation en eau potable. Il n'est donc pas accepté par les populations.

Un nouveau schéma a été présenté intégrant l'approvisionnement d'Atuona et de Taaoa, avec captage d'une nouvelle source et traitement de l'eau avant distribution. Il sera mis en place en 2011 au plus tard. Ce projet prévoit également le renouvellement du réseau qui date des années 50.

Cela impliquera le paiement de l'eau par les ménages alors que jusqu'à présent, l'eau (non potable) a toujours été gratuite. La réaction des ménages à ce changement inquiète quelque peu la Municipalité.

L'assainissement sur Hiva Oa est exclusivement réalisé de manière individuelle par des fosses septiques, bacs à graisse et puisards. Les fosses septiques ne sont généralement jamais vidangées (M. le Maire déclare ne jamais avoir vidangé sa fosse depuis 17 ans qu'il occupe son domicile). La nature volcanique à forte porosité du sol expliquerait la non-nécessité apparente de vidange. Les cas de débordements de fosses septiques ont été très rares jusqu'à présent : 1 cas recensé il y a 2-3 ans à Taaoa.

Cependant, la Municipalité se montre préoccupée à propos de nouveaux lotissements installés sur les hauteurs en terrain plus imperméable, même si la taille des parcelles est importante (1.400 m²).

Le Service de l'Hygiène procède à un contrôle des eaux de baignade au niveau des plages (4 fois par an à Atuona et 1 fois par an sur les autres sites) : les résultats sont jusqu'à présent conformes du point de vue sanitaire.

Les cas de dengue sont assez fréquents (285 cas en 2007), et il faut également noter des cas de leptospirose grave (2 cas en 2008).

La mise en place d'un réseau d'assainissement semble difficile à envisager pour la Municipalité d'Atuona à cause de contraintes techniques (route étroite, manque de place, foncier) et financières. En matière d'assainissement pluvial, la ville d'Atuona ne connaît à priori pas (ou plus) de problèmes d'inondation ou de stagnation des eaux.

3.6. Tarification et capacité à payer des ménages

Il est courant d'entendre que les ménages n'ont pas les moyens de payer leur facture d'eau, laquelle est dans la plupart des communes fort modestes, et ne comprend jamais le coût de l'assainissement. L'étude sur les déterminants de la demande et la volonté de payer l'eau dans 6 communes de Polynésie française, réalisée en 2008 par l'AFD, a montré que la plupart des ménages pouvaient sans difficulté payer une facture d'eau d'un montant raisonnable, et qu'ils étaient prêts à payer une telle somme pour peu qu'un réel service leur soit offert. Mais cette étude ne prenait pas compte l'éventuel coût de l'assainissement. Il convient donc de reprendre les mêmes éléments méthodologiques, et de les appliquer au champ de l'assainissement.

3.6.1. Facturation de l'eau et de l'assainissement

Pour recouvrer les coûts de l'assainissement, il faut qu'un tarif ait été défini par la commune (puisque l'assainissement relève depuis 2004 de l'autorité du maire). Seules 2 communes, Punaauia et Bora Bora, disposent d'un réseau d'assainissement collectif. Dans les 2 cas, il s'agit d'un tarif à la consommation réelle (sans distinction de tranche de consommation), qui s'appuie donc sur le comptage de la consommation d'eau à l'aide de compteurs, lus régulièrement. (cf tableau)

Dans les autres communes, les possibilités matérielles de facturer l'assainissement en fonction de la consommation réelle restent limitées, car les communes équipées de compteurs d'eau et pratiquant un tarif en fonction de la consommation réelle sont encore peu nombreuses. De plus, le paiement des factures par les usagers reste un problème crucial de l'économie de l'eau dans les communes.

TABLEAU 22 - Facturation de l'eau et de l'assainissement par commune, en 2007

COMMUNE	EXISTENCE DE COMPTEURS D'EAU	MODE DE FACTURATION DE L'EAU	FACTURATION DE L'ASSAINISSEMENT (MÉNAGES)
Iles du Vent :			
Arue	Oui	Cons. Réelle	-
Faaa	Partiel	Forfait	-
Mahina	-	-	-
Paea	Partiel	Mixte	-
Papeete	Oui	Cons. Réelle	-
Pirae	-	Forfait	-
Punaauia	Partiel	Forfait	partiellement (40 F/m ³)
Iles Sous Le Vent :			
Bora-Bora	Oui	Cons. Réelle Oui	(30 F/m ³)
Tahaa	Oui	Cons. Réelle	-
Taputapuatea	Oui	Cons. Réelle	-
Tumaraa	Oui	Cons. Réelle	-
Uturoa	Partiel	Forfait	-
Iles Marquises :			
Hiva-Oa	-	Forfait	-
Nuku-Hiva	Partiel	Mixte	-
Iles Tuamotu-Gambier :			
Fakarava	Pas de réseau	Pas de réseau	-
Hao	Oui	Cons. Réelle	-
Napuka	Pas de réseau	Pas de réseau	-
Rangiroa	Pas de réseau	Pas de réseau	-
Takarao	Pas de réseau	Pas de réseau	-

3.6.2. Capacité à payer l'assainissement

TABLEAU 23 - Capacité à payer l'eau et l'assainissement, par commune, en 2007

COMMUNE	NOMBRE DE SALARIÉS	REVENU SALARIÉ (F/MOIS)	% SALARIÉS		CAPACITÉ À PAYER AVEC NORME		% REVENU FAMILIAL ²¹	
			< 100 KF/MOIS	< 140 KF/MOIS	FACTURE MOYENNE	F/M ³	1,5 %	2,0 %
Iles Du Vent :								
Arue	2 989	276 218	9,7	20,0	4 143	5 524	158	211
Faaa	8 398	239 763	10,7	24,9	3 596	4 795	137	183
Mahina	4 282	254 397	10,7	23,5	3 816	5 088	146	195
Paea	3 462	225 601	13,4	27,2	3 384	4 512	129	172
Papeete	11 093	270 742	9,3	20,7	4 061	5 415	155	207
Pirae	4 631	283 013	8,9	20,0	4 245	5 660	162	216
Punaauia	7 188	295 267	9,1	19,0	4 429	5 905	169	226
Iles Sous Le Vent :								
Bora-Bora	3 260	183 454	9,9	24,9	2 752	3 669	105	140
Tahaa	745	168 705	18,7	41,1	2 531	3 374	97	129
Taputapuatea	739	205 636	21,2	37,5	3 085	4 113	118	157
Tumaraa	550	200 600	17,6	36,7	3 009	4 012	115	153
Uturoa	1 030	233 718	13,0	27,1	3 506	4 674	134	179
Iles Marquises :								
Hiva-Oa	428	236 425	10,5	24,1	3 546	4 729	136	181
Nuku-Hiva	618	217 702	14,6	33,5	3 266	4 354	125	166
Iles Tuamotu-Gambier :								
Fakarava	264	148 826	18,9	53,8	2 232	2 977	85	114
Hao	178	177 809	15,7	43,9	2 667	3 556	102	136
Napuka	35	143 857	28,6	62,9	2 158	2 877	82	110
Rangiroa	737	177 768	15,7	41,5	2 667	3 555	102	136
Takarao	271	147 103	18,1	59,0	2 207	2 942	84	112
Tatakoto	36	117 122	41,7	58,3	1 757	2 342	67	90

Source : Données non publiées - CPS-ISPF, novembre 2008

a) Revenus des ménages

Le salaire moyen varie considérablement d'une commune à l'autre : sur l'île de Tahiti, il est dans l'ensemble nettement plus élevé que dans les archipels. Il dépasse largement 200.000 francs par mois (de 225.000 à Paea à 295.000 à Punaauia). Dans les Iles Marquises, il dépasse aussi 200.000 francs par mois. Le salaire moyen est sensiblement plus bas dans les Iles sous le Vent : moins de 200.000 francs à Tahaa et Bora Bora, environ 200.000 à Taputapuatea et Tumaraa. Enfin, le salaire moyen est très bas dans les Tuamotu-Gambier : il est inférieur au SMIG à Tatakoto (117.000 F/mois) et voisin du SMIG à Fakarava, Napuka et Takarao. Hao, avec 177.000 F/mois, a le salaire

moyen le plus élevé de l'échantillon d'atolls considéré.

La répartition des salariés par tranche de salaire donne une idée de l'intensité de la pauvreté (relative) :

✓ Moins de 100.000 francs par mois : le pourcentage varie entre 9 % (à Pirae, Punaauia et Papeete) et 42 % à Tatakoto, cette proportion étant systématiquement supérieure à 15 % dans les communes des Tuamotu.

✓ Revenu inférieur ou égal au SMIG : le pourcentage varie entre 20 % (à Arue, Pirae et Punaauia) et environ 60 % à Napuka, Takarao et Tatakoto, cette proportion étant systématiquement supérieure à 40 % dans les communes des Tuamotu.²²

(21) Les revenus salariaux ne peuvent prétendre donner une image exacte du revenu réel des ménages, qui comprend des revenus non salariaux ainsi que des revenus non monétaires. Toutefois, ces revenus salariaux sont intéressants dans la mesure où ils représentent un minimum qui peut être pris en considération pour calculer des estimations minimales de capacité à payer. Les valeurs en F/m³ sont pour une dotation de 200 l/hab/jour.

(22) Lors de l'enquête, la valeur du SMIG était encore de 140.000 francs par mois ; il est passé à 145.000 francs par mois en septembre 2008. Ménages par logement : 1,09 Personnes par ménage : 3,51 Revenu médian hors loyer par unité de consommation : 80.845 F/mois (pour les 6 communes étudiées) Seuil de pauvreté : 40.423 F/mois par unité de consommation.

(23) C'est le schéma tarifaire qu'appliquent certains pays comme le Brésil, où l'assainissement (là où il existe) est systématiquement facturé à 100 % du prix de la consommation d'eau.

b) Capacité à payer l'assainissement

On ne peut véritablement parler d'une capacité à payer l'assainissement des eaux usées. Il s'agit plutôt d'une capacité à payer l'ensemble du service de l'eau et de l'assainissement. Selon les normes internationales généralement admises, l'eau ne doit pas représenter plus de 3 % du revenu d'un ménage «moyen», et plus de 5 % du revenu des ménages les plus modestes. La moyenne métropolitaine est de l'ordre de 1,2 %, qui comprend non seulement le prix de l'eau, mais également celui de l'assainissement. En termes génériques, le sous-service de l'assainissement des eaux usées coûte un peu plus cher que le sous-service de l'alimentation en eau. Mais on considérera que ses deux faces de la même médaille sont facturées au même prix.²³ En appliquant un pourcentage au revenu des salariés, on peut en déduire une estimation de la capacité des ménages ayant ce niveau de revenu à payer :

- ✓ 1,5 % du SMIG conduit à 4.350 F/mois, soit 2.175 F/mois pour l'assainissement
- ✓ 2,0 % du SMIG conduit à 5.400 F/mois, soit 2.900 F/mois pour l'assainissement

Sur la base d'une consommation unitaire de 200 litres par personne et par jour, soit 26,17 m³ par mois pour un ménage de 4,3 personnes, ces montants correspondent à un prix moyen de 83 et 110 F/m³, respectivement. En reprenant les hypothèses ci-dessus, et en examinant la situation par commune à partir du salaire moyen observé, on obtient :

- ✓ Pour 1,5 % du salaire moyen, un prix d'assainissement qui varie entre 65 et 85 F/m³ à Tahiti, et entre 34 à 51 F/m³ dans les Tuamotu.
- ✓ Pour 2,0 % du salaire moyen, un prix d'assainissement qui varie entre 86 et 113 F/m³ à Tahiti, et entre 45 à 68 F/m³ dans les Tuamotu.

Ces résultats semblent globalement raisonnables : les budgets qui seraient demandés aux familles sont nettement inférieurs aux sommes qu'elles consacrent actuellement à l'achat d'eau minérale.

3.7. Typologie par commune

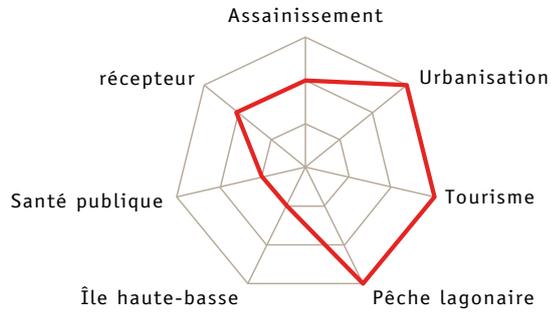
Le tableau qui suit représente une tentative de segmenter l'univers des 48 communes selon divers critères pour les effets de la présente étude.

TABLEAU 24 - Typologie par commune

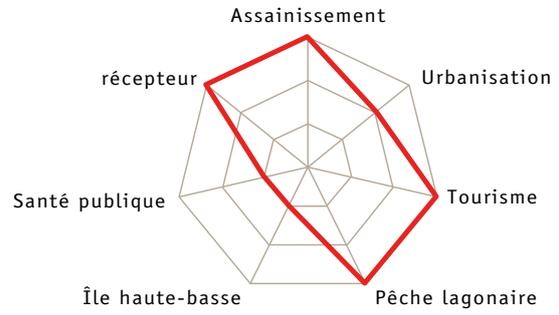
TYPOLOGIE	RECENSEMENT		POPULATION	ILE HAUTE - BASSE			MILIEU RÉCEPTEUR		URBANISATION	EAU POTABLE			ASSAINISSEMENT	SANTÉ PUBLIQUE	TOURISME	PÊCHE LAGONAIRE
	2007			1- > 10000	Ressource eau	Lagon	Densité	Distribution		Réseau	Impact relatif	Impact relatif				
	Pop.	Crois %	2- 2000-10000	1- faible	1- sensible	1- urbain	1- facturé m ³	1- existant	1- problème	1- fort	1- fort	1- fort	1- fort	1- fort	1- fort	1- fort
			3- < 2000	2- moyenne	2- large, ouvert	2- villageois	2- au forfait	2- en projet	2- moyenne	2- moyen	2- moyen	2- moyenne	2- moyenne	2- moyen	2- moyen	2- moyen
				3- élevée	3- pas de lagon	3- rural	3- sans service	3- autonome	3- bonne	3- faible	3- faible	3- bonne	3- bonne	3- faible	3- faible	3- faible
12 ARUE	9 458	0,30	2	3	1	1		3	3	2	1					
15 FAAT	29 851	1,21	1	3	1		2	3	3	1	1					
22 HITIAA O TE RA	8 683	1,42	2	3	3	2		3	3	2	3					
25 MAHINA	14 369	1,36	1	3	1			3	3	2	1					
29 MOOREA-MAIAO	16 490	2,77	1	3	1	2		3	3	1	1					
33 PAEA	12 084	0,06	1	3	1	1		3	3	2	1					
34 PAPARA	10 615	2,29	1	3	1	2		3	3	2	2					
35 PAPEETE	26 017	-0,16	1	3	1	1	1	2	3	1	1					
36 PIRAE	14 475	0,06	1	3	1	1		3	3	2	1					
38 PUNAAUIA	25 441	1,54	1	3	1	1	2	1	3	1	1					
47 TAIARAPU-EST	11 549	2,16	1	3	1	2		3	3	2	1					
48 TAIARAPU-OUEST	7 002	2,99	2	3	1	2		3	3	2	1					
52 TEVA I UTA	8 589	1,88	2	3	1	2		3	3	2	2					
14 BORA BORA	8 927	4,01	2	2	1	2	1	1	3	1	2					
24 HUAHINE	9 999	0,84	2	3	1	2	1	3	3	2	2					
28 MAUPITI	1 231	0,94	3	2	1	3		3	3	2	2					
45 TAHAA	5 003	0,95	2	3	1	2		3	3	2	2					
50 TAPUTAPUATEA	4 614	2,13	2	3	1	2		3	3	2	2					
54 TUMARAA	3 632	1,14	2	3	1	2		3	3	2	2					
58 UTUROA	3 778	1,16	2	3	1	2		3	3	2	2					
18 FATU HIVA	587	0,91	3	3	3	3		3	3	3	3					
23 HIVA OA	1 986	-0,05	3	3	3	2		3	3	3	3					
31 NUKU HIVA	2 660	0,22	2	3	3	3		3	3	3	3					
46 TAHUATA	671	0,00	3	3	3	3		3	3	3	3					
56 UA HUKA	571	-0,40	3	3	3	3		3	3	3	3					
57 UA POU	2 157	0,46	2	3	3	2		3	3	3	3					
39 RAIVAVAE	905	-1,88	3	3	2	3		3	3	3	2					
41 RAPA	482	0,53	3	3	3	3		3	3	3	3					
43 RIMATARA	785	-0,16	3	3	3	3		3	3	3	3					
44 RURUTU	2 088	-0,10	2	3	3	2		3	3	3	3					
53 TUBUAI	2 050	0,74	2	3	2	2		3	3	3	2					
11 ANAA	827	2,21	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
13 ARUTUA	1 759	4,15	3	1	1	3	3	3	1	3	1					
16 FAKARAVA	1 578	0,19	3	1	1	3	3	3	1	2	2					
17 FANGATAU	252	-1,43	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
19 GAMBIER	1 337	4,46	3	2	2	3	3	3	1	3	2					
20 HAO	1 342	-1,82	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
21 HIKUERU	268	5,87	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
26 MAKEMO	1 422	0,24	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
27 MANIHU	1 379	2,26	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
30 NAPUKA	315	0,40	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
32 NUKUTAVAKE	319	2,92	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
37 PUKA PUKA	157	-2,47	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
40 RANGIROA	3 210	1,31	2	1	1	2	3	3	1	1	1					
42 REAO	567	0,45	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
49 TAKAROA	1 577	0,80	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
51 TATAKOTO	227	-2,24	3	1	1	3	3	3	1	3	2					
55 TUREIA	311	-0,20	3	1	1	3	3	3	1	3	2					

FIGURE 4 - Caractérisation de certaines communes représentatives

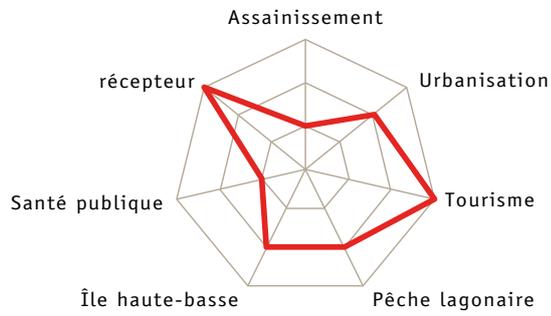
PAPEETE



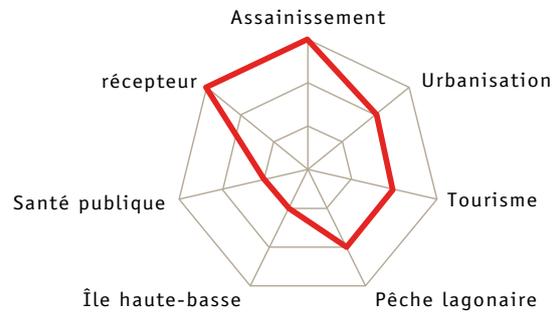
MOOREA-MAIAO



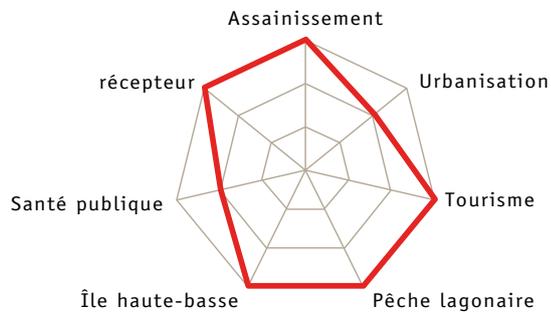
BORA-BORA



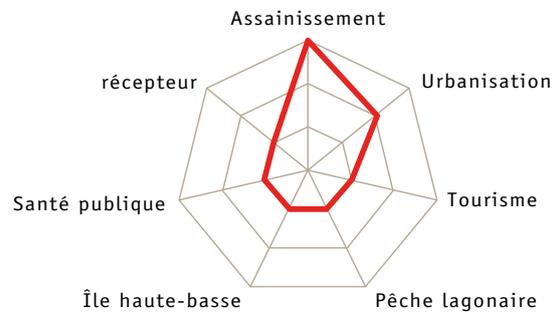
HUAHINE



RANGIROA



NUKU HIVA



Typologie des impacts et méthodes d'évaluation

Comme il a été souligné plus haut, l'assainissement n'est qu'une technique, qui a un coût, et dont les bénéfices collectifs et individuels sont à mesurer en fonction des impacts que cette technique apporte ou permet d'éviter.

4.1. Approche théorique

L'approche théorique de l'évaluation économique quantitative des impacts fait l'objet d'une note présentée en annexe (voir Annexe 10). Cette note méthodologique permet d'introduire des concepts tels que valeurs d'usage et de non usage, valeurs d'option, d'existence et de legs. Elle présente et détaille aussi les principales méthodes d'évaluation qui sont usuellement employées pour quantifier les impacts.

FIGURE 5 - Méthodes d'évaluation économique



4.2. Classification des impacts

Les impacts du « non-assainissement » sont classés en plusieurs types :

4.2.1. Impacts sur l'économie productive

Il s'agit d'estimer la valeur d'usage direct de biens marchands (produits ou services) dont la production est directement affectée par les carences d'assainissement.

Dans le cadre de l'économie polynésienne, on analysera plus particulièrement trois secteurs sur lesquels un assainissement plus ou moins bien réalisé a une influence potentielle notable :

- ✓ L'industrie touristique
- ✓ La pêche lagonaire
- ✓ La production d'eau potable

Parmi les impacts directs sur l'activité économique, deux autres domaines d'activité pourraient être concernés : la perliculture et l'agriculture. Cependant, un premier niveau « qualitatif » de l'analyse montre que les effets sur ces deux productions sont suffisamment marginaux en termes économiques globaux pour ne pas justifier un effort de quantification.



Impacts du non assainissement sur la perliculture

La perliculture occupe directement près de 850 actifs, sur une surface exploitée d'environ 13.000 ha, répartie sur une trentaine d'îles des Tuamotu. Les perles brutes représentent 71 % du total des exportations de produits locaux de l'ensemble de la Polynésie. La production perlière est en théorie particulièrement sensible à la qualité de l'eau lagonaire, et donc à l'absence d'assainissement.

Toutefois, la capacité de production est essentiellement répartie dans des lieux peu peuplés, de sorte que l'incidence des carences d'assainissement sur cette activité ne peut être qu'extrêmement marginale.

4.2.2. Impacts sur la qualité de vie de la population résidente

Outre l'incidence sur l'économie directement productive, l'assainissement a un effet sur les conditions de vie de la population, surtout en milieu urbain. Cela entraîne des coûts ou bénéfices sociaux, qui ne sont pas traduits par la prise en compte par les impacts sur la seule production de biens marchands. Selon cet angle d'analyse, il s'agit d'évaluer des impacts sur la valeur d'usage de biens non marchands tels que :

- ✓ La santé publique
- ✓ L'influence de l'assainissement sur le confort et le bien-être de la population résidente, qui va bien au-delà de la seule préoccupation de santé publique et de conditions sanitaires
- ✓ L'aménagement et le développement urbain, dans la mesure où les carences d'assainissement, par exemple pluvial, ont une influence sur les autres infrastructures urbaines.

4.2.3. Impact sur le patrimoine environnemental

Le manque d'assainissement contribue à la dégradation du milieu naturel, tout particulièrement du patrimoine environnemental constitué par les systèmes récifo-lagonaires. Les valeurs d'usage de ce patrimoine sont prises en compte par les points précédents, mais il s'agit aussi de prendre en considération l'influence du « non-assainissement » sur ces valeurs de non-usage (existence, option et legs). En effet, seulement une partie de l'impact sur l'environnement est déjà prise en compte par les éléments d'analyse précédent. L'éventuelle eutrophisation de lagon ou dégradation du récif corallien résultant d'un rejet d'eaux usées non traitées aura certes un impact direct et assez immédiat sur l'industrie touristique, par exemple, mais le patrimoine environnemental exceptionnel dont dispose la Polynésie française a une valeur sociale qui dépasse le simple calcul des recettes que l'on peut en tirer au travers du développement d'activités commerciales de tourisme ou de loisirs.

L'impact sur la préservation des nappes est un autre sujet qui mérite réflexion. Mais il est déjà largement couvert par la problématique de la production d'eau potable. La pollution des nappes phréatiques étant un phénomène en général largement réversible, il ne lui est donc pas associé de valeur de non usage.

Classification des impacts

IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE PRODUCTIVE	IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE VIE DE LA POPULATION RÉSIDENTE	IMPACTS SUR LE PATRIMOINE ENVIRONNEMENTAL
Valeur d'usage directe de biens de consommation marchands	Valeur d'usage directe de biens non marchands	Valeurs de non usage (existence, option et legs)
Industrie touristique	Santé publique	Préservation des lagons et récifs
Pêche	Bien-être de la population	
Alimentation en eau	Aménagement urbain	

Dans la présentation qui suit, on débutera toutefois par l'impact sur le milieu naturel, qui a un effet direct et indirect sur tous les autres angles d'analyse. Après avoir étudié ensuite les impacts sur l'économie productive, puis sur le cadre de vie, on reviendra enfin sur la caractérisation des impacts de non-usage sur le milieu récifo-lagonaire, qui, par définition, n'ont pas été pris en compte dans l'analyse des impacts d'usage de ce milieu par l'économie productive ou le cadre de vie.

Impacts sur le milieu naturel

5.1. Aspects généraux

Dans le cadre de l'évaluation des impacts sur le patrimoine environnemental, seul le milieu récifo-lagonaire sera étudié en détail.

En effet, l'impact sur les rivières de la pollution résultant des carences d'assainissement est marginal, si l'on excepte les extrémités aval des cours d'eau qui traversent l'agglomération de Papeete. Partout ailleurs, la population éloignée du littoral immédiat est trop faible²⁴. Seules les embouchures sont éventuellement concernées, mais leur valeur environnementale est liée à leur relation avec le lagon où elles déversent (si tel est le cas). Certaines embouchures sont d'ailleurs aménagées (bétonnées) pour améliorer la capacité de drainage (par exemple à Fare – Huahine).

Dans l'agglomération de Papeete, les cours d'eau sont en général canalisés ou rectifiés. Les tronçons terminaux qui traversent la ville n'ont pas de valeur environnementale propre qui mériterait une analyse spécifique, au delà de l'impact global des conditions d'assainissement sur la qualité de vie urbaine (voir plus bas). Il en est de même pour la vallée basse de la Punaruu, qui accueille la principale zone industrielle du Territoire, et qui n'a donc pas de valeur environnementale remarquable, indépendamment de toute question résultant de l'assainissement.

On en conclura donc que l'intérêt naturel patrimonial des extrémités aval des rivières potentiellement concernées par l'assainissement est limité. De plus, les régimes hydrologiques torrentiels font qu'elles sont régulièrement renouvelées, transférant rapidement leur pollution dans les lagons. Si le CHSP réalise un suivi périodique des conditions de pollution à l'embouchure des rivières les plus menacées, c'est surtout pour surveiller les flux entrants dans les lagons.

Pour ce qui est des eaux du large, aucun impact lié à la problématique de l'assainissement n'a été mentionné jusqu'à présent en Polynésie française. A la rigueur, le seul impact notable serait lié aux points de déversement des émissaires longs (problème lié à l'assainissement plus qu'au non-assainissement) qui ont une influence sur le versant océanique de la barrière de corail si celle-ci est proche. Mais, comme il a été dit plus haut, la pente extérieure du récif corallien fait partie intégrante du système récifo-lagonaire.

La valeur patrimoniale des systèmes récifo-lagonaires polynésiens est par contre importante :

- ✓ Les lagons et les coraux sont la carte de visite de la plupart des îles de la Polynésie française, hormis les Marquises ;
- ✓ La plupart des habitants entretiennent une relation au moins culturelle, voire patrimoniale avec leurs lagons ;
- ✓ Les lagons sont le siège de nombreuses activités économiques, parmi les plus importantes de Polynésie française : tourisme et loisir, pêche vivrière, perliculture.

Les lagons sont des écosystèmes aussi riches en biodiversité que vulnérables, car ayant évolué depuis des millions d'années dans des conditions très particulières au milieu de l'océan (« oasis dans le désert marin »).

Ils sont particulièrement exposés aux nuisances issues de l'assainissement car leur position topographique en font les exutoires finaux des rejets des eaux usées et pluviales des zones résidentielles qui leur sont proches.

Les lagons et leurs écosystèmes ont été particulièrement étudiés et depuis de nombreuses années, et font l'objet d'une surveillance de plus en plus renforcée, du point de vue scientifique et sanitaire. Leur valeur socio-économique a été étudiée en détail par divers organismes, notamment le CRISP (Initiative pour les Récifs Coralliens du Pacifique Sud).

Ainsi, si les édifices coralliens peuvent atteindre des proportions impressionnantes, ils ne constituent pas moins des écosystèmes fragiles où une multitude d'espèces végétales et animales sont inféodées les unes aux autres par le jeu d'adaptations construites au cours des millénaires et dont les coraux constituent le pilier (analogie avec les arbres de forêts tropicales). Cependant, la cohérence de ce milieu repose sur une grande stabilité des conditions physico-chimiques, notamment du point de vue de la température, de la profondeur et de la clarté de l'eau (accès à la lumière), du mouvement de l'eau (oxygénation), de la salinité et probablement une série d'autres paramètres de qualité de l'eau dont l'influence est encore peu étudiée. En modifiant la qualité de l'eau des lagons, l'apport d'eaux usées domestiques ou d'eau pluviale impacte obligatoirement le milieu récifo-lagonaire, mais dans une proportion qui reste à démontrer.

5.2. Démarche adoptée

La démarche proposée s'efforcera de répondre aux questions suivantes :

1. Les apports d'eaux d'assainissement sont-ils potentiellement nuisibles aux récifs coralliens de Polynésie française et à leurs écosystèmes ?
2. Quel est l'état de dégradation des écosystèmes récifo-lagonaires en Polynésie Française ?
3. Quelle est la contribution actuelle des apports d'eaux d'assainissement à l'état de dégradation des écosystèmes récifo-lagonaires de Polynésie française
4. Une meilleure gestion des eaux usées et/ou pluviales permettra-t-elle d'atténuer, et sous quelles conditions techniques, leur impact actuel sur les écosystèmes récifo-lagonaires ?

Dans ce but, les aspects suivants seront successivement abordés :

- ✓ Nature et importance des polluants contenus dans les eaux d'assainissement et leur abattement par les systèmes d'épuration classiques
- ✓ Comportement hydrodynamique des lagons et influence sur la dilution des eaux d'assainissement
- ✓ Effets des polluants contenus dans les eaux d'assainissement sur le milieu récifo-lagonaire
- ✓ Exemples connus d'altération des récifs par les eaux d'assainissement
- ✓ Institutions et programmes assurant le suivi des systèmes récifo-lagonaires
- ✓ Etat actuel des systèmes récifo-lagonaires de Polynésie française
- ✓ Causes naturelles et anthropiques (autres que l'assainissement) participant à la dégradation des milieux récifo-lagonaires
- ✓ Contribution du manque d'assainissement sur les systèmes récifo-lagonaires de Polynésie française
- ✓ Type de dispositifs d'assainissement à mettre en place pour atténuer ou prévenir les nuisances sur le milieu récifo-lagonaires

La démarche s'est basée sur une large collecte et revue bibliographique, enrichie par des réunions avec des personnes ressources en Polynésie française, ainsi que des visites de terrain dans des îles hautes avec ou sans récif et des atolls.

5.3. Nuisances potentielles des eaux d'assainissement

5.3.1. Principales substances nuisibles

Le Tableau 26 récapitule les principaux polluants transportés par les eaux usées et les eaux pluviales.

TABLEAU 26 - Principaux polluants et paramètres nuisibles des eaux usées et eaux pluviales

POLLUANT / PARAMÈTRE NUISIBLE	Eaux usées NON TRAITÉES	EFFETS DES TRAITEMENTS ÉPURATEURS CLASSIQUES (*)	Eaux PLUVIALES	PRINCIPAUX AUTRES CONTRIBUTEURS
Matières organiques décomposables	++	Abattement important	(+)	Élevage intensif (porc)
Nutriments (N, P)	++	Abattement faible et augmentation de l'assimilabilité, sauf si traitement complexe (dénitritation, déphosphatation)	(+)	Agro-industries Aquaculture Rivières, érosion des sols
Matières en suspension	+	Abattement important (décantation primaire)	++	Rivières, érosion des sols
Hydrocarbures, huiles et graisses	+	Abattement important (déshuileage)	++	Trafic maritime
Pesticides	(+)	Abattement non significatif	(+)	Agriculture intensive
Métaux lourds	+	Abattement partiel (concentration dans les boues)	(+)	Déchets solides, trafic maritime
Germes pathogènes	++	Abattement faible (en termes sanitaires)**	(+)	Élevage intensif (porc)

++ proportions préoccupantes
+ proportions notables
(+) proportions variables, mais souvent faibles
(*) : traitement en station d'épuration : préliminaire + primaire + secondaire
(**) l'abattement est généralement de 1 à 2 ordres de grandeur (90 à 99 %), ce qui est faible, en termes sanitaires, par rapport à une population initiale de 106 coliformes fécaux/100 ml

Il est important de noter que les polluants des eaux usées évoluent en fonction du « parcours » physique, chimique et biologique, qu'ils accomplissent avant de parvenir au lagon. Parmi les types de « parcours » des eaux usées vers les lagons les plus fréquemment observés en Polynésie française, on peut citer :

- ✓ Le rejet immédiat (sans traitement) en mer par émissaire court ou par le réseau des eaux pluviales (habitations/établissements en bordure de mer) : dans ce cas, les eaux usées restent très proches de leur composition d'origine (domination des matières organiques et des particules en suspension)
- ✓ Le transit par une fosse septique puis une infiltration dans le sol, avec le plus souvent un transfert dans la nappe phréatique aboutissant au lagon (cas général des habitations) : dans ce cas, le sol filtre les particules, retient et minéralise une grande partie des matières organiques, du phosphore et des métaux lourds, l'azote arrive sous forme de nitrates (très mobile) dans les nappes phréatiques et peut rejoindre ainsi les eaux des lagons
- ✓ Le traitement dans une station autonome puis rejet direct en mer, dans les rivières, dans le réseau des eaux pluviales ou infiltration dans le sol. L'effluent rejeté est appauvri en matières organiques et en métaux lourds, contient peu de particules, mais l'azote et le phosphore, légèrement abattus, sont plus assimilables (ammonium et phosphate) que dans l'effluent avant traitement et seront d'autant plus rapidement nocifs à l'écosystème lagonaire.

Il convient aussi de rappeler que les polluants observés dans les lagons peuvent aussi provenir d'autres sources ou activités présentes dans les îles de Polynésie française, et qui ne relèvent pas de la problématique des eaux usées et pluviales. Parmi celles-ci, les secteurs de l'agriculture et l'élevage, même s'ils sont peu développés (5% des terres émergées sont cultivées, d'après Gabrié, 2007), peuvent contribuer ponctuellement à de fortes émissions de polluants, notamment de nutriments et pesticides.



Photo 7
Champs d'ananas en bordure du lagon de Moorea

A titre d'exemple, en considérant qu'en moyenne 2.500 tonnes d'engrais sont importées chaque année (Gabrié, 2007), si 2.000 tonnes sont utilisées en relative bordure des lagons, si l'engrais contient en moyenne 15% d'azote (N), et que 50 % de cet azote n'est pas absorbé par les cultures (lessivage), la charge d'azote susceptible d'aboutir dans les lagons par les rivières et les nappes est de l'ordre de 150 tonnes par an. L'ordre de grandeur de cette charge d'origine agricole est à comparer aux 715 tonnes d'azote rejetées sous forme d'excréta par les 130 000 habitants de l'agglomération de Papeete²⁵. Les zones agricoles peuvent contribuer à la pollution de lagons a priori peu menacés par les eaux usées de zones densément

peuplées.

Même en absence d'agriculture intensive, les particules de sol(s) transportées par les rivières contiennent certaines quantités de nutriments qui ont de tout temps, bien avant l'arrivée des hommes, contribuées à l'enrichissement du milieu lagonaire des îles hautes. Par ailleurs, la gestion des déchets solides est encore problématique dans certains quartiers périphériques de Papeete où les ordures sont parfois déposées dans les lits des rivières, voire même sur le bord de mer. Enfin, le trafic maritime est également à l'origine d'émission d'hydrocarbures et de métaux lourds. Ce trafic est cependant très marginal en dehors de Tahiti ou Moorea.

15 g N/hab./j, soit 5,5 kg/hab./an

Les matières en suspension sont transportées par les eaux usées, mais également, dans les îles hautes, en quantités nettement plus importantes par les eaux pluviales convergeant dans les lits de rivières bien en amont des zones urbaines. Après une pluie importante, il est fréquent de voir les lagons où aboutissent les rivières prendre une couleur brune causée par les particules de sol arrachées aux versants des vallées. La couleur ne disparaît qu'après quelques jours.

La stratification (non mélange) des eaux douces et salées peut faciliter l'évacuation d'une partie des particules vers l'océan par les passes avant qu'elles ne se déposent sur les fonds coralliens. Ces apports terrigènes existaient avant l'arrivée de l'homme, mais ont augmenté du fait de l'aménagement des zones urbaines (terrassements), les défrichements et les cultures agricoles. A Moorea (Charles, 2005), il a été estimé que 360 à 2.200 kg de sédiments sont transportés chaque année par les rivières dans les baies de Cook et Opunohu, alors que les bassins y sont beaucoup plus réduits qu'à Tahiti.

En conclusion, il n'existe pas de véritables « marqueurs » spécifiques de la pollution par les eaux usées, ce qui peut poser des problèmes car les émissions sont souvent diffuses et peu visibles.

L'apparition de matières organiques ou de sédiments susceptibles d'eutrophiser les lagons ne peut être due qu'en partie au manque d'assainissement. La présence de coliformes fécaux et d'agents pathogènes est par contre plus sensiblement à rattacher aux carences de traitement des eaux usées.



Non-assainissement et protection des lagons

Il convient de rappeler qu'en ce qui concerne les lagons, le seul véritable impact du non assainissement se réfère à l'absence de traitement des eaux usées. La réalisation de réseaux de collecte sans traitement approprié ne fait qu'accélérer le transport des effluents vers les lagons, et augmente les quantités polluantes dans la mesure où les fosses septiques disparaissent en conséquence.

De même la gestion des écoulements pluviaux n'a pas d'incidence directe, si ce n'est très localement, sur le volume d'eau de pluie qui aboutit finalement à l'aval de la ville.

5.3.2. Dilution des eaux usées dans les lagons

Les eaux usées ou pluviales arrivant dans le lagon sont diluées dans les eaux de celui-ci, qui est, sauf cas exceptionnel, un milieu ouvert communicant avec l'océan par le récif barrière (franchi par la houle), les passes et les hoa, sans compter la diffusion, beaucoup plus lente, de l'eau de mer à travers l'édifice corallien poreux. En théorie, si le mélange des eaux se fait de manière homogène et instantanée, la dilution des eaux d'apport est directement fournie par la formule :

$$D = Qa/Qr = Qa \times (T / V)$$

avec

D : taux de dilution des eaux d'apport

Qa : débit d'entrée des eaux d'apport

Qr : débit de renouvellement de l'eau (débit d'entrée/sortie de l'eau marine dans le lagon)

T : temps de résidence de l'eau marine dans le lagon (= V/Qr)

V : volume du lagon

Dans le cadre d'un travail de thèse, Lenhardt (1991) a évalué le temps de résidence de deux lagons présentant des caractéristiques hydrodynamiques très différentes : le lagon ouvert de Tiahura, de faible profondeur (2 m), au nord ouest de Moorea, et le lagon relativement fermé (une seule passe) de l'atoll de Tikehau, de profondeur courante (25 m) dans les Tuamotu. L'application de la formule précédente montre, dans les deux cas, un taux de dilution compris entre 10⁻⁵ et 10⁻⁶ pour un apport d'eaux usées correspondant au rejet de 1000 habitants produisant 200 l/hab./j d'eaux usées par jour.

La similitude des taux de dilution provient du fait que le lagon fermé d'atoll (Tikehau) est beaucoup plus volumineux que le lagon ouvert d'île haute (Tiahura-Moorea).

Ce calcul peut également s'appliquer au lagon de Faa'a (Tahiti) qui présente un temps moyen de résidence des eaux de 10 jours (PNUE, 1991). La surface du lagon de Faa'a étant grossièrement voisine de celle du lagon de Tiahura-Moorea, on peut prendre pour hypothèse que les volumes de ces lagons sont également voisins (cette hypothèse est a priori conservatrice car la profondeur du lagon de Tiahura est particulièrement faible : 2 m). Dans ce cas, la dilution des eaux usées pour un rejet direct de 1.000 habitants serait d'environ 2 10⁻⁴.

La population de Faa'a étant actuellement de 30.000 habitants, si l'ensemble de ces habitants rejetait directement leurs eaux usées

(25) 15 g N/hab./j, soit 5,5 kg/hab./an

dans le lagon de Faa'a, à raison de 200 l/j, le taux de dilution virtuel des eaux usées dans ce lagon serait (seulement) d'environ 6 10⁻³ (0,6 %). Dans la réalité, cette dilution n'est ni homogène ni instantanée, d'autant plus que les différences de température et de salinité entre eaux usées et eaux lagunaires ralentissent le mélange des deux eaux. A proximité du point de rejet, la dilution est plus faible (pollution

TABLEAU 27 - Dilution des eaux usées dans deux lagons de caractéristiques distinctes

PARAMÈTRES	LAGON TIAHURA (MOOREA) (*)	LAGON TIKEHAU (ATOLL TUAMOTU)	RÉFÉRENCE OU MÉTHODE
Surface	6 km ²	400 km ²	Lehnardt, 1991
Profondeur moyenne	2 m	25 m	
Volume	9,3 10 ⁶ m ³	10,0 10 ⁹ m ³	
Temps de résidence moyen sur l'année	6,5 heures (0,27 jour)	170 jours	
Débit entrant d'eaux usées	200 m ³ /j	200 m ³ /j	Rejet direct de 1.000 EH (200l /hab/j)
Taux de dilution	5,8 10 ⁻⁶	3,4 10 ⁻⁶	D = Qa * (T / V)

(*) le récif barrière du lagon de Tiahura (8 km) ne représente en longueur que 15 % du récif barrière de l'île entière de Moorea.

plus concentrée) et elle s'atténue lorsqu'on s'éloigne de ce point (« panache de pollution »). De plus, il faut tenir compte de l'autoépuration des eaux, c'est-à-dire la dégradation naturelle (photolyse, transformation chimique, biodégradation) de certains polluants non persistants et de la destruction des germes fécaux par les UV, l'oxygène dissous et d'autres facteurs écologiques.

5.3.3. Mode d'action des polluants sur les milieux récifo-lagonaires

Les polluants transportés par les eaux usées et pluviales, et nuisibles aux milieux récifo-lagonaires, peuvent se classer en trois catégories :

- ✓ les nutriments
- ✓ les particules en suspension
- ✓ les toxiques persistants

a) Nutriments

Les matières organiques sont en fait des précurseurs des nutriments qui en sont libérés après minéralisation par la microflore (ce processus commence dans les fosses septiques et les réseaux de collecte et est complété dans les stations d'épuration lorsqu'elles existent). Les matières organiques assimilables sont nuisibles aux milieux aqueux dans la mesure où leur dégradation aérobie peut entraîner une anoxie du milieu, alors que leur fermentation en condition anaérobie peut libérer des substances telles que H₂S et sulfures, particulièrement toxiques envers les coraux (Parsternok et al., 1985). Cependant, les situations anaérobies ne sont généralement pas observées en milieu lagunaire en Polynésie française, dans la mesure où les rejets sont jusqu'à présent diffus ou de faible débit, et où les lagons sont des milieux bien oxygénés. Ces effets pourraient par contre être observés dans des rivières à faible débit. Les nutriments, composés azotés et phosphorés solubles (NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂ et PO₄⁻), peuvent s'avérer particulièrement délétères envers les coraux, connus comme les organismes marins qui y sont les plus sensibles (Goreau, 2003).

Mais c'est surtout par des effets écologiques indirects que les nutriments affectent les coraux. En effet, bien que plus riche que le milieu océanique, le milieu récifo-lagunaire reste un milieu naturellement oligotrophe (pauvre en nutriments) par le fait du turn-over

très rapide des éléments dans la biomasse.

A l'équilibre oligotrophe, coexistent sur les récifs les coraux vivants et le gazon algal (turf) constitué de micro-algues (dont certaines cyanobactéries fixatrices d'azote) et d'algues de petite dimension (2 cm maximum). Le gazon algal est concurrent du corail pour l'occupation de l'espace mais son extension est contrôlée par les poissons herbivores et les oursins. Une augmentation de la concentration de nutriments, même très faible, va engendrer une prolifération très rapide de macro-algues vertes ou brunes.

Ces macro-algues, stimulées par la présence de nutriments, d'une part inhibent le recrutement des larves de corail, et d'autre part étouffent progressivement les coraux, notamment en les privant de lumière. Seule alors une activité importante des poissons herbivores peut rétablir l'équilibre, mais ce phénomène ne se produit pas systématiquement (Goreau, 2003).

Un autre facteur lié à l'enrichissement du milieu est l'augmentation, suite à la multiplication des micro-algues, des organismes benthiques filtreurs (éponges, holothuries, bivalves, etc.) qui concurrencent également les coraux au niveau de l'espace. La priorité de l'enrichissement du milieu en nutriments (« bottom-up ») ou de l'activité réduite des poissons herbivores par exemple liée à une surpêche (« top-down »), dans la croissance des algues et la destruction consécutive des coraux, a fait l'objet de nombreuses controverses scientifiques (Goreau, 2003). La théorie top-down (priorité à l'apport de nutriments, et donc mise en cause des rejets d'eaux usées) semble actuellement l'emporter (Goreau, 2005) bien que certains modèles font interférer les deux approches (modèles de la dominance relative, Littler et al, 2006).

Le basculement d'un écosystème corallien à l'équilibre vers un écosystème algal, constaté en maints endroits où les rejets d'eaux usées peu ou pas traitées étaient effectués directement sur la côte, semble pouvoir se faire pour des augmentations très faibles des concentrations, de l'ordre de la micromole d'azote (14 µg/l de N, ou 62 µg/l de NO₃) ou du dixième de micromole de phosphore par litre. On est donc loin, par exemple, de la valeur limite de 50 mg/l de NO₃ dans l'eau de boisson. L'augmentation des concentrations de nutriment pour cause naturelle (apport de matériaux terrigènes en saison des pluies par exemple) peut suffire à provoquer une

prolifération des algues, de manière réversible.

La toxicité directe des nitrates et phosphates sur les coraux a également été démontrée chez de nombreuses espèces (références citées dans Littler et al., 2006). En particulier, les phosphates inhibent la cristallisation du calcaire et donc la sécrétion du squelette externe des coraux.

b) Particules en suspension

Les effets de la sédimentation de particules sur les coraux ont également été bien étudiés (Pastorok et al., 1985). Les coraux sont capables d'évacuer les particules se déposant sur leur structure grâce au mucus sécrété ou, pour les particules de taille plus importante, au mouvement de leurs tentacules. Cependant, cette activité éliminatrice consomme beaucoup d'énergie et ne peut compenser des arrivées massives de particules. En plus de la demande accrue d'énergie, les particules affectent les coraux adultes par captation de la lumière et par abrasion (en présence de courants), et empêchent également l'installation des larves de polypes. Il est estimé que les nuisances sur les coraux apparaissent à des taux de sédimentation compris entre 1 et 10 mg/cm².j et qu'elles deviennent sévères au-dessus de 50 mg/cm².j. Il faut également noter que toutes les espèces de coraux ne montrent pas la même sensibilité aux particules. La présence de celles-ci favorise donc certaines espèces et réduit la diversité spécifique des coraux. C'est la raison pour laquelle, dans les lagons des îles hautes, les récifs barrières montrent une plus grande diversité corallienne que les récifs frangeants, soumis à des sédimentations de particules plus fréquentes et plus soutenues (Pastorok, 1985).

c) Substances toxiques

Enfin, les coraux sont également connus pour être très sensibles aux substances toxiques persistantes telles que les pesticides, les résidus de chloration des eaux, les métaux lourds, même si les publications étudiant ces effets sont encore peu fréquentes. Les produits pétroliers affectent particulièrement la photosynthèse de zooxanthelles.

5.3.4. Cas avérés de dégradation des récifs coralliens par les eaux usées

Dans son dernier rapport du Status of Coral Reef of the World, 2004, le GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network) désigne clairement les eaux usées non traitées comme l'un des facteurs contribuant à la dégradation des récifs coralliens dans le monde. En fait, les cas avérés de dégradation des récifs coralliens par le rejet d'eaux usées, c'est-à-dire a contrario les lieux où un progrès dans l'élimination ou le traitement adéquat des rejets a provoqué une recrudescence des coraux, sont relativement nombreux. D'après Littler et al. (2006), de tels cas se sont notamment produits à Hawaï, au Venezuela, en Mer Rouge (Eilat), à la Barbade, aux Bermudes, en Floride, à la Jamaïque, en Martinique et à la Réunion. La Polynésie française n'est pas citée par cet auteur, mais Goreau (2003) fait mention d'invasions algales survenues suite à des rejets d'eaux usées dans les années 90 à Tahiti et à Moorea devant l'hôtel Club Med dont l'émissaire de la station d'épuration était endommagé et laissait échapper les effluents au niveau de la plage.

5.4. Dispositifs de surveillance des récifs

5.4.1. Institutions de recherche et suivi des milieux récifo-lagonaires

Depuis l'installation d'une antenne de l'Ecole Pratique des Hautes

Etudes (EPHE) / Muséum National d'Histoire Naturelle à Moorea en 1971, de très nombreux chercheurs spécialisés en écologie marine se sont succédés en Polynésie française, accumulant un travail de plusieurs centaines de publications. Cette antenne a laissé place en 1981 au Centre de Recherche Insulaire et d'Observation de l'Environnement (CRIOBE), actuellement administré par l'EPHE et le CNRS²⁶.

Le CRIOBE collabore avec de nombreux autres instituts de recherches et universités, en particulier l'Université de Perpignan où enseigne le directeur du CRIOBE. Installé dans la baie d'Opunohu à Moorea, le CRIOBE n'est pas à proprement parlé un centre de recherche fondamentale classique doté d'un équipement lourd, car il est essentiellement voué à l'observation scientifique, qualitative et quantitative, et au suivi des milieux récifaux. De même, il présente une équipe de chercheurs et techniciens très compétents mais réduite, le CRIOBE faisant également fonction de centre d'accueil et de travail très fonctionnel (équipements de plongée et d'observation sous-marine, centre de documentation, etc.) pour l'ensemble des chercheurs en écologie marine, plus particulièrement spécialistes des récifs, qui séjournent régulièrement, y compris de nombreux étudiants.

Impliqué dans de nombreux programmes (cf. infra), le CRIOBE est un véritable observatoire des écosystèmes coralliens du Pacifique Sud, et constitue sans conteste l'institution de référence pour le suivi des peuplements coralliens et de la faune et flore associées en Polynésie française.

A Moorea s'est également installé un centre de recherche américain : la station Richard Gump de l'Université de Berkeley (Californie), financée par National Foundation for Science (NFS). Cette station est consacrée au programme Moorea Coral Reef Long Term Ecological Research (MCRLTER), qui étudie l'évolution des récifs sur de longues périodes. Ses thèmes de recherches sont voisins de ceux du CRIOBE et un programme de collaboration a été mis en place, afin d'éviter les « doublons » en matière de campagnes de surveillance. L'Université de Berkeley a également signé des conventions de collaborations et d'échanges avec l'Université de Polynésie française (UPF) de Papeete.

L'IRSN/LESE (Laboratoire d'Etude et de Surveillance de l'Environnement de Papeete), est principalement consacré à l'étude physico-chimique des milieux marins, plus particulièrement à la surveillance des radionucléides.

Le réseau de surveillance Reef Check Polynésie mais n'est pas vraiment une institution scientifique, mais un réseau de plongeurs bénévoles qui a pour vocation de sensibiliser le grand public (riverains, opérateurs utilisateurs et exploitants des espaces coralliens, enfants des écoles, touristes) à la fragilité de l'écosystème. Mis en place en 2000, mais particulièrement développé à partir 2006, le réseau compte actuellement plus de 70 bénévoles formés lors de stages spécifiques au relevé des peuplements d'espèces cibles (invertébrés, poissons) et de la nature du substrat sur des surfaces déterminées (Salvat, 2008). Le réseau Reef Check Polynésie surveille ainsi régulièrement 55 sites coralliens sur l'ensemble du territoire. Il faut noter que de l'IRD (ex-ORSTOM) après avoir beaucoup travaillé sur les milieux coralliens en Polynésie française, est en train de restructurer sa station de recherche polynésienne (Arue, Tahiti). La faune marine sera de nouveau étudiée, mais pas particulièrement les coraux, contrairement à ce qui se passe au centre IRD de Nouvelle Calédonie.

5.4.2. Principaux programmes de suivi des récifs

De nombreux programmes de suivi des peuplements des récifs coralliens, affectés à divers objectifs, sujets d'observations (coraux, autres organismes benthiques, poissons), et types de récifs (fran-

(26) UMR 8046 CNRS-EPHE : «Ecosystèmes Aquatiques Tropicaux et Méditerranéens»

geants, barrières, pentes externes) ont été mis en place, certains il y a plus de 20 ans, d'autres très récemment. La plupart de ces programmes concernent cependant les pentes externes et l'île de Moorea.

✓ Le suivi de la radiale de Tiahura (Moorea) par le CRIOBE depuis 1987 est le plus ancien programme ininterrompu. Situé au nord-ouest de Moorea, le lagon de Tiahura est large de 1.200 m du rivage à l'océan : 25 sites de surveillance (22 pour le benthos et 3 pour les poissons) y ont été installés le long d'une radiale recoupant le récif frangeant, le récif barrière et la pente externe. Sur chaque site sont relevés, deux fois par an, la nature du benthos (coraux, macroalgues, algues calcaires, gazons algaux et sédiments) le long de transects (perpendiculaires à la radiale) à points équidistants (50 m, 50 points de relevés), ainsi que les peuplements de poissons. Un second programme de suivi appelé « Agencement Temporel des Populations et des Peuplements » (ATPP) a été établi en 1991, qui relève quantitativement une fois par an les variations du substrat et des peuplements benthiques et ichtyologiques sur le récif barrière et la pente externe. Les méthodes de relevé reposent sur des unités d'échantillonnage fixes (10 en zone barrière et 8 en pente externe) avec transects linéaires à points équidistants.

✓ Le suivi des peuplements benthiques des pentes externes de Moorea (CRIOBE) a été mis en place sur d'autres sites autour de Moorea pour compléter les données de Tiahura. Ce suivi repose sur une prospection photographique, une photo numérique étant prise tous les 200 m par un plongeur remorqué par un bateau, demeurant à une profondeur constante (9 m). Les clichés sont ensuite traités pour déterminer la nature du substrat sur un quadrillage.

✓ Le suivi des peuplements planctoniques (phyto/zooplancton et bactéries des sédiments) et benthiques (algues, coraux, invertébrés) à Moorea par le LTER (station Gump) est réalisé depuis 2005 sur 7 sites répartis autour de Moorea.

✓ Le suivi du recrutement des coraux à Moorea (CRIOBE), effectué sur des plaques de terre cuite à un rythme semestriel depuis 2000, sur trois sites de pente externe au nord et à l'ouest de Moorea aux profondeurs de 6, 12 et 18 m.

✓ Le suivi des Aires Marines Protégées (AMP) du PGEM de Moorea (CRIOBE et LTER), mis en place depuis 2004 afin de montrer l'impact positif des mesures de protection. La méthodologie BACIPS (Before -After Control Impact Pair Series) est appliquée sur 3 sites (récifs frangeants, barrière et pente externe) pour chacune des 8 AMP de Moorea et des 5 zones de référence considérées, avec prospection sur 3 stations par site, soit 117 stations qui sont repérées au GPS et retrouvées deux fois par an pour y relever les peuplements benthiques et de poissons.

✓ Le suivi du Réseau de Surveillance sur les récifs et lagons de Tahiti (RST) par le CRIOBE (sur financement de la Direction de l'Environnement), lancé en 2006 pour succéder à l'ancien RTO (Réseau Territorial d'Observation, 1989 -1993). Le RST s'étend actuellement sur 16 zones réparties autour de Tahiti, chaque zone présentant une station récif frangeant et une station récif barrière, totalisant 32 stations sur lesquelles sont relevés 40 descripteurs concernant les organismes vivants (benthos et poissons), les eaux (physico-chimie et bactériologie) et les sédiments (géochimie). Ce réseau est donc particulièrement pertinent pour étudier l'impact des rejets actuels

d'eaux d'assainissement dans les lagons de Tahiti.

✓ Le suivi du réseau des pentes externes récifales de 14 écosystèmes insulaires par le CRIOBE depuis 1993, s'étend sur 8 atolls et 6 îles volcaniques répartis sur toute la Polynésie française (sauf Marquises). L'objectif est d'évaluer les dégradations dues aux catastrophes naturelles (cyclones, blanchissements, prolifération d'Acanthaster) et les éventuelles conséquences des changements climatiques sur ces récifs peu vulnérables aux dégradations anthropiques. Sur un transect fixe et repérable, 20 quadras de 1 m² sont photographiés et les clichés traités numériquement pour établir la nature du substrat sur 81 points de chaque cliché. La surveillance a lieu régulièrement tous les deux ans, ou à la suite d'un événement remarquable naturel ou anthropique signalé.

✓ Le suivi effectué par le réseau Reef Check Polynésie (cf. ante) sur 55 sites sur l'ensemble du territoire.

5.5. Etat du milieu récifo-lagonaire dans la zone d'étude

5.5.1. Rappel des causes naturelles de dégradation des récifs

Depuis leurs origines, les récifs coralliens ont été périodiquement endommagés et dégradés par plusieurs causes naturelles, d'origine essentiellement climatique et dans une moindre mesure, biologique, a priori indépendantes des activités humaines locales. Ces causes naturelles sont principalement, d'après Salvat et al. (2000 et 2008) et Gabrié et al. (2007) :

a) Les cyclones

L'action des cyclones est récurrente. Au début du XX^{ème} siècle (1903, 1905 et 1906), la Polynésie française a subi une série de cyclones meurtriers. Depuis 1971, le territoire a subi 11 cyclones et 5 dépressions tropicales, particulièrement dévastateurs en 1982-83. Malgré l'absence de dispositifs de suivi à l'époque, les rapports des spécialistes présents décrivent des dégâts considérables sur les récifs coralliens de certains atolls : 80 % des communautés récifales des pentes externes touchées à Tikehau et 40 % détruites à Takapoto, soit une destruction totale sur 16 millions de m².

En avril 1983, le cyclone Veena a provoqué sur l'atoll de Nukute-pipi la projection de mégablocs de 20 à 30 m³ sur le platier et un affouillement de plus de 4 m d'épaisseur sur des sols de cocoteraie. En 1997, 3 cyclones se sont succédés causant également d'importants dommages aux récifs. Les cyclones affectent essentiellement les pentes externes, particulièrement exposées à la force des vagues et à l'abrasion des sédiments. Les destructions concernent en premier lieu les 20 premiers mètres de profondeur, mais peuvent entraîner, par effet d'avalanche, des dégâts jusqu'à 75 m. Certaines espèces de coraux, présentant des formes buissonnantes (Acropora et Pocillopora) sont plus vulnérables que d'autres, plus massives (Porites). Le temps de reconstitution (résilience) des récifs coralliens complètement détruits après de tels phénomènes est d'environ une douzaine d'années (Salvat, 2008).

b) Les phénomènes de blanchissement

Le blanchissement est provoqué par un stress qui pousse les coraux à expulser une masse significative de zooxanthelles symbiotiques vivant dans leurs tissus (et responsables de leur couleur), la persistance de ce phénomène entraînant la mort des coraux. La cause établie de ce stress est l'augmentation de la température de l'eau et le dépassement du seuil critique de 29,2 °C, augmentation liée aux anomalies du système courantologique «El Niño» qui concernent l'ensemble du Pacifique sud.

Les phénomènes de blanchissement s'observent ainsi à l'échelle mondiale, avec des variantes locales plus ou moins marquées. L'épisode majeur de 1998 a détruit une proportion estimée à 16 % des coraux de la planète : 30 % des coraux de Tikehau (Tuamotu) ont péri durant cet événement alors que ceux de Moorea ont été très peu touchés.

De manière moins dramatique, des épisodes locaux de blanchissements ont affecté de manière très localisée plusieurs îles de Polynésie française dans la dernière décennie : Moorea (2002), Tahiti et Marutea (2001 et 2002), Bora Bora (2002).

c) Les infestations d'Acanthaster (ou taramea)

Les proliférations de cette étoile de mer mangeuse de corail sont également des phénomènes récurrents, avec des espacements de quelques années. Ces phénomènes sont observés depuis des temps reculés comme en témoignent les spicules retrouvées dans les couches de sédiments et l'évocation de ces événements dans la culture orale polynésienne (Lison de Loma, communication personnelle).

Les causes de ces pullulations, également observées dans d'autres régions du globe, sont encore mal définies. Le dernier épisode d'infestation avec forte mortalité (90 %) remonte au début des années 80 à Moorea. Depuis, aucun épisode notable n'est survenu mais les programmes de surveillance (pentes externes et Reef Check) mettent en évidence depuis 2002 une augmentation significative du nombre d'Acanthaster depuis quelques années à Moorea et sur d'autres îles de la Société et des Australes (Rurutu). A Moorea, la mortalité actuelle liée à l'abondance anormale d'Acanthaster serait de 25 %.

d) Les proliférations phytoplanctoniques des lagons

Ces phénomènes appelés parfois «eaux rouges» sont causés par une multiplication explosive (bloom, efflorescence) d'algues unicellulaires et de cyanobactéries («algues bleues») liées à l'enrichissement des eaux des lagons en nutriments (crise dystrophique ou eutrophisation).

Après l'épuisement des nutriments, la mort rapide des algues et le métabolisme de leurs corps par des bactéries hétérotrophes aérobies provoque une disparition de l'oxygène dissous dans l'eau (anoxie) qui entraîne la mort des coraux, entre autres organismes. Ce phénomène brutal de bloom (micro)algal est a priori à distinguer du phénomène d'eutrophisation beaucoup plus progressive qui entraîne la multiplication des macro-algues (invasion macroalgale) résultant du même enrichissement en nutriments décrit plus haut, et également responsable de la dégradation des récifs coralliens.

Bien que fréquemment associés dans d'autres lieux aux actions humaines (rejet d'eau usées, ou de fertilisants), les blooms algaux sont en Polynésie française considérés par les auteurs avant tout comme des phénomènes naturels, liés à la conjonction de facteurs climatiques. Ces facteurs déclencheurs provoquent d'une part l'arrivée massive de nutriments dans les lagons (particules de sols apportées par les pluies), et favorisent d'autre part le confinement de l'eau dans les lagons en limitant leur brassage (faible houle, stratification thermique ou saline).

De plus, les cyanobactéries étant des organismes photolithotrophes fixateurs d'azote, il semble que le phosphore assimilable, ou plus exactement le rapport N/P, soit particulièrement déterminant dans le déclenchement du bloom algal.

Les blooms algaux ne se produisent pas fréquemment en Polynésie française. Le bloom survenu à Bora Bora (lagon sud) en décembre 2001 suite à une période de pluie exceptionnellement longue (Lison de Loma, communication personnelle) a cependant marqué les esprits.

Les eaux usées n'ont pas été incriminées dans cet événement étant donné l'existence à cette époque dans le sud de l'île d'un dispositif fonctionnel de collecte de traitement et d'évacuation des eaux usées hors du lagon.

Il est considéré que les mouvements sismiques n'ont pas affecté significativement les récifs coralliens de Polynésie française jusqu'à présent (à l'époque contemporaine), mais le rôle des tsunamis pourrait s'avérer plus dévastateur (Salvat, 2008).

5.5.2. Rappel des activités humaines préjudiciables non liées à l'assainissement

Depuis les années 70, l'urbanisation intense et l'aménagement de certaines îles de Polynésie française, notamment Tahiti et, dans une moindre mesure Moorea et les Iles-Sous-le-Vent, s'est traduit par des impacts physiques directs, notamment provoqués par :

- ✓ Les **remblais** et construction sur les récifs frangeants (par exemple, 148 ha de remblais pour l'aéroport de Faa'a) ou récifs barrières (port de Papeete). Entre 1960 et 2006, 319 ha de remblais ont été demandés dont 254 ha à Tahiti, Moorea et les Iles-Sous-le-Vent. La tendance ne semble pas décroître (Gabrié et al., 2007). Ces remblais aboutissent essentiellement à une rectification de la ligne de rivage au dépend des récifs frangeants pour l'aménagement (surtout élargissement) de routes côtières, la création de quais et de marinas, et la construction de murets de protection contre les eaux marines pour les propriétés en bordure de rivage. On considère que 50 % des rivages des îles de la Société sont à présent anthropisés (Salvat, 2008). Il faut noter que dans certaines zones (lagon de Fakarava, par exemple), la construction de bungalows «pieds dans l'eau» est désormais interdite (Pinneteau, communication personnelle).

- ✓ Les **extractions directes** de récifs coralliens en tant que matériaux de construction («soupe de corail»). Ces prélèvements, essentiellement réalisés entre 1970 et 1984, ont provoqué la destruction d'un linéaire équivalent à 20 km de récifs frangeants répartis sur 138 sites à Moorea et les Iles-Sous-le-Vent. A Tahiti, ce sont 3 millions de m³ de matériaux qui ont été extraits des récifs frangeants au niveau de 36 sites (Salvat, 2008). Depuis 1984, ces prélèvements sont interdits ou fortement réglementés par le Gouvernement, mais il semble que les restrictions soient souvent contournées : 2,2 millions de m³ ont été extraits entre 1996 et 2006, soit une surface estimée à 44 ha (Gabrié et al., 2007).

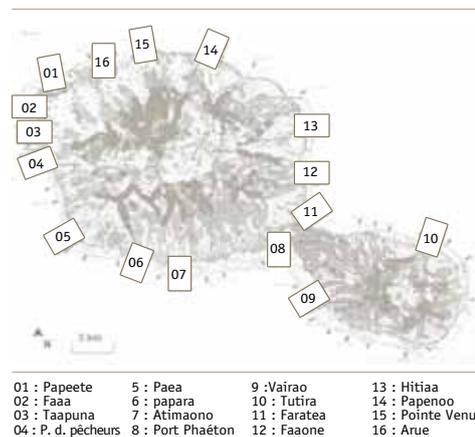
Ces activités, en plus de leurs impacts directs et visibles, entraînent également des impacts indirects sur les lagons, notamment par modification de l'hydrodynamisme et l'augmentation de l'érosion des sols, responsable d'un apport accru de sédiments.

5.5.3. Etat de la qualité de l'eau des lagons

Sans conteste, le document le plus récent et le plus complet sur la qualité de l'eau dans les lagons de Polynésie française est le rapport de la campagne 2006 du Réseau de Surveillance du milieu lagunaire de Tahiti (RST-2007) (Adjeroud et al., 2007).

Ce rapport ne porte que sur l'île de Tahiti, de loin la plus peuplée de la Polynésie française et qui concentre de nombreuses contraintes liées à l'assainissement. De plus, la campagne de surveillance a

Figure 6 -
Zones de surveillance du RST



Chaque zone porte une station frangeante et une station barrière
D'après Adjeroud et al., 2007.

concerné, sur 16 zones réparties autour de l'île (voir Figure 6), les récifs frangeants qui sont les plus vulnérables aux impacts du manque d'assainissement et les récifs barrières, moins vulnérables, qui peuvent servir de référence. Il faut préciser que les campagnes ont été réalisées en juillet 2006, donc au cœur de la période sèche et que les stations sont à l'écart des embouchures des grandes rivières, à l'exception de Papenoo, et dans une moindre mesure, de la baie de Port Phaëton. Cette première campagne 2006 a donné les principaux résultats suivants :

- Les **matières en suspension** (MES) sont comprises entre <2 et 7 mg/l, les valeurs les plus élevées étant observées dans l'est de l'île. Les valeurs des stations frangeantes sont généralement plus élevées que celles des stations barrières, mais les différences sont souvent minimales, sauf à Papeete (7 contre 3 mg/l). Cette faible différence est vraisemblablement liée à l'absence de fortes pluies récentes pendant la période de prélèvements.

- Les teneurs en **oxygène dissous** sont généralement proches de la saturation, voire la dépassent en de nombreux points. Il n'y a pas de différences constantes entre les stations frangeantes et barrières.

- Les teneurs en **nitrites** sont majoritairement sous le seuil de détection (0,01 mg/l) à l'exception des stations frangeantes de Papeete (0,77 mg/l), Arue (0,14 mg/l), Pointe des pêcheurs (0,14 mg/l) et les stations frangeantes de Papenoo, Faa'a, Faratea et Tautira (entre 0,6 et 0,3 mg/l). Les stations barrières ont toujours des niveaux de nitrites en dessous du seuil de détection à l'exception de la Pointe des pêcheurs (0,4 mg/l) et de Faratea (0,5 mg/l).

- Les teneurs en ions **ammonium** et **nitrites** sont en dessous des seuils de détection (0,01 mg) dans toutes les stations, à l'exception, pour l'ammonium, des deux stations de Papeete (0,4 mg/l sur la frangeante et 0,1 mg/l sur la barrière).

- Les teneurs en **phosphates** sont égales au seuil de détection de 0,05 mg/l aux stations frangeantes de Papeete et Arue et en dessous de ce seuil dans toutes les autres stations.

- Les teneurs en **chlorophylle A** varient de 0,05 à 1,08 µg/l, les zones de plus fortes teneurs étant Arue et Tapenoo.

- Les comptages d'**Escherichia coli** se sont montrés compris entre 100 et 1000 EC/100 ml pour 2 stations frangeantes de Papeete et Paea, restent entre 15 et 100 EC /100 ml pour 6 autres frangeantes et inférieures à 15 EC /100 ml pour les autres stations. A une exception près, les comptages diminuent entre les stations frangeantes et les stations barrières.

- Les teneurs des sédiments en **pesticides** (Malathion, Bromophos, Diazinon, Chloropyriphosethyl et Dichlorvos, qui sont les pesticides les plus utilisés en Polynésie française) restent en dessous du seuil de détection de 0,05 mg/kg de matière sèche.

- Les teneurs des sédiments en **métaux lourds** toxiques (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb) ne montrent aucune valeur préoccupante a priori. Il est cependant difficile de se faire une idée sur une pollution anthropique éventuelle sans connaître les teneurs naturelles de ces éléments dans les sols de Tahiti.

Au vu de ces résultats, il peut être globalement affirmé que :

- Des arrivées d'eaux usées sanitaires dans les lagons sont trahies par la présence de bactéries coliformes (*Escherichia coli*) en quantité généralement peu préoccupante pour la santé publique (< 1.000 EC/100ml), mais ces arrivées n'entraînent pas de concen-

trations détectables en ions ammonium ni en phosphates. Il est possible que le seuil de détection de 0,05 mg/l soit un peu trop élevé pour juger de l'impact des phosphates sur les coraux, qui y sont particulièrement sensibles (seuil d'action à 0,1 µmol P, soit 0,01 mg/l de PO₄, d'après Goreau, 2003).

- Les concentrations en nitrates n'indiquent pas a priori d'état d'eutrophisation des lagons sauf probablement au niveau de Papeete. D'après Goreau (2003), les modifications écologiques pourraient survenir à partir de concentrations voisines de 1 µmol/l de N (0,06 mg/l de NO₃).

- Les analyses ne révèlent pas d'accumulations alarmantes de pesticides et de métaux lourds. Il faut seulement relativiser cette affirmation en précisant que ces éléments sont très peu mobiles et restent probablement à proximité de leurs zones de décharge (exutoires ou embouchure de rivières). La station de Papeete est relativement éloignée du port où se concentrent vraisemblablement les métaux lourds issus du trafic maritime. En ce qui concerne les métaux lourds, les teneurs naturelles de sols types de Tahiti pourraient utilement servir de référence pour juger d'une éventuelle contamination.

- Les matières en suspension (mesurées en saison sèche) présentent des teneurs inférieures à 10 mg/l, qui n'impactent donc pas significativement le développement des coraux.

En conclusion, les analyses chimiques et microbiologiques réalisées de la lame d'eau et des sédiments sur les stations du réseau ne montrent pas a priori d'impact préoccupant des eaux d'assainissement.

5.5.4. Etat des récifs coralliens

a) Tahiti

Les peuplements des récifs frangeants et récifs barrières de Tahiti ont également été étudiés très récemment dans le cadre du RST (Aldjeroud, 2007). Il en ressort les principaux résultats suivants :

- sur l'ensemble des stations, le corail dur vivant est majoritaire, avec un recouvrement de 31,0% de la surface. Ce pourcentage est légèrement plus important sur le récif frangeant (32,5 %) que sur

le récif barrière (29,5 %). Les valeurs de recouvrement en corail dur sont très variables entre les stations, mais pour la plupart compris entre 20 et 40 %, valeurs classiques pour ce type de milieu. Les coraux morts sont très peu nombreux, ce qui traduit l'absence de perturbations majeures (blanchissement, Acanthaster) dans les mois précédant la campagne. Les coraux mous sont très peu présents, comme c'est généralement le cas en Polynésie française.

✓ C'est au nord et à l'est de l'île, et autour de la presqu'île, que les recouvrements en coraux durs vivants sont les plus importants (jusqu'à 66 %). Ils sont par contre plus faibles lorsque l'on suit la côte de Papeete vers Port Phaeton, notamment pour les stations frangeantes. A quelques exceptions près (Arue et Pointe-Vénus, Port Phaeton), les zones les plus urbanisées sont celles qui présentent les moindres recouvrements.

✓ Les macro-algues sont peu représentées (3,2 % en moyenne, à l'exception de Port Phaeton 28 %), ce qui présage d'un bon état écologique des lagons. Les gazons algaux sont également réduits (12 % en moyenne). Leur prédominance à la station frangeante de Papeete (30 %) pourrait traduire, d'après les auteurs, une perturbation chronique des coraux à cet endroit.

✓ La richesse générique des coraux observés n'excède pas 9 genres, ce qui est conforme à la faible diversité corallienne naturelle qui caractérise la Polynésie française. La richesse générique corallienne, observée par la méthode des transects, est peu différente entre les récifs frangeants et barrières mais varie beaucoup entre les zones. Les zones les plus riches sont les stations de barrière des zones de Port Phaeton et de Paea, la station frangeante de Faratea, et les 2 stations de Faaone. Ces stations sont toutes éloignées des zones fortement urbanisées. Par contre, de faibles diversités sont observées sur les stations frangeantes et barrière de Papeete, Faa'a et Taapuna. La relation urbanisation -pauvreté générique n'est cependant pas absolue, au vu de la relative richesse observée aux stations d'Arue. Enfin, on remarque également que sur les récifs frangeants, les coraux sensibles de genres *Acropora* et *Pocillipora* sont surtout présents sur la côte est et au nord de la presqu'île de Tahiti Iti (zone peu urbanisée) alors qu'au droit des zones urbanisées, le genre *Porites* l'emporte largement.

Une étude des carottes de sédiments prélevées dans le port de Papeete a montré une augmentation significative des métaux lourds, hydrocarbures et pesticides dans les strates correspondant aux années 70 et plus récentes, trahissant ainsi l'impact de l'urbanisation et du développement du trafic portuaire sur les rejets de polluants persistants (Gabrié et al., 2007).

D'un autre côté, certains auteurs (Salvat, 2008) reconnaissent la disparition des grands coraux parasols (*Acropora*) dans certains lagons de Tahiti et Moorea.

b) Autres îles

Les récifs frangeants et barrières des autres îles ont été, et sont encore, peu étudiés par rapport aux pentes externes, ce qui est regrettable car certaines îles hautes peu aménagées du point de vue urbain et touristique pourraient servir de référence à Tahiti et Moorea. Le réseau Reef Check Polynésie a relevé des taux de recouvrement de 20 % sur les récifs frangeant de Moorea et 30 % de ceux de Bora Bora, avec cependant de fortes hétérogénéités sur cette île, certains lagons étant très dégradés (Bora Bora Nui et BBL) pendant que d'autres restent en bon état. Sur les récifs barrières, les recouvrements sont de 25 % à Moorea, 17,5 % à Bora Bora et 38 % à Huahine. L'étude de la radiale de Tiahura a montré des recouvrements des récifs frangeants de 10 à 20 % avec des chutes observées en 1991-1992 et 2000-2001, et une tendance actuelle à la stabilité (Gabrié et al., 2007).

Les pentes externes sont les récifs de loin les plus étudiés. Le suivi

des pentes externes récifales de 14 îles a montré des variations brutales (hausse puis baisse) des taux de recouvrement pour 7 stations, des tendances régulières à la hausse pour 11 stations (3 îles), des tendances régulières à la baisse pour 4 stations (2 îles)²⁷, et une certaine stabilité sur 2 îles.

L'étude de la radiale de Tiahura a montré des recouvrements entre 30 et 70 % de la pente externe, avec des dégradations importantes par les cyclones et les blanchissements dans les années 91-92, suivis par une phase de reconstitution active avec un taux de 72 % en 2005, ce qui prouve la bonne santé du récif. Le réseau Reef Check a montré sur les pentes externes un taux de recouvrement moyen de 43,5 %, variant de 18 % à Bora Bora à 62 % à Faa'a (Tahiti). Ce dernier chiffre tendrait à montrer la relative indifférence des pentes externes à l'urbanisation. Cependant, il a été vu que le lagon de Faa'a présente un temps de résidence des eaux relativement élevé (10 jours), ce qui protège peut-être la pente externe des polluants déversés dans le lagon.

5.6. Eaux d'assainissement et dégradation du milieu récifo-lagonaire

D'après ce qui a été dit plus haut, les eaux d'assainissement (eaux usées et eaux pluviales) insuffisamment traitées et rejetées dans les lagons peuvent, dans la situation actuelle, contribuer à la dégradation des récifs coralliens de deux manières :

✓ en premier lieu, par contribution aux phénomènes de mortalité rapide des coraux : blooms algaux, pullulations d'*Acanthaster* et blanchissements

✓ en second lieu, par une fragilisation chronique des coraux, organismes très sensibles aux variations physico-chimiques du milieu qui les rendent vulnérables aux agressions prédatrices et concurrentielles des autres organismes benthiques ou pélagiques, ce qui les handicapent dans la conquête de nouveaux espaces ou la reconquête d'espaces qu'ils ont perdus.

Il n'est pas constaté actuellement d'invasions de macro-algues caractéristiques des bouleversements écologiques induits par l'enrichissement du milieu en nutriments et décrites en de nombreux endroits de la planète où des déversements directs d'eaux usées ont été effectués dans des lagons (cf. § 5.3.4).

Il semble néanmoins qu'un tel phénomène soit survenu à Moorea par le passé sur le site du Club Med, par suite de la rupture de l'émissaire (Littler et al., 2006) et à Tahiti-Faa'a (Salvat et al., 2000).

La présence d'algues de genre *Halimeda* dans la baie de Port Phaeton est liée à l'existence d'un substrat sableux et ne correspond pas à une perturbation de l'écosystème (Aldjeroud, 2007).

De même, la présence d'algues vertes que l'on peut observer ponctuellement en bordure du rivage sur la côte ouest de Tahiti (voir Photo 8) témoigne d'un rejet local d'eaux usées, sans compromettre à priori l'écosystème récifal. L'absence actuelle d'invasion algale sur les récifs face aux secteurs urbanisés de Tahiti peut probablement s'expliquer par l'étendue des lagons et le grand nombre de passes permettant un renouvellement rapide de l'eau, sauf peut-être à Faa'a, et le caractère généralement dispersé des rejets (en dehors de l'émissaire de la brasserie).

D'un autre côté, il est rapporté que la biomasse de certaines macro-algues a doublé au cours des 20 dernières années (Gabrié et al., 2007), mais sans plus de précision.

(27) sans explication apparente à part peut-être le mouillage des bateaux de plongée à Tetiaroa



tion d'Acanthaster a été évoquée par certains chercheurs (Gabrié et al., 2007). Elle serait liée à un effet positif de l'enrichissement nutritif et de la sédimentation d'une part sur la survie des larves et d'autre part, la disparition de leur principal prédateur : le gastéropode triton (*Charonia tritonis*,). Ce rôle contributif n'est cependant pas déterminant comme l'atteste l'existence des infestations d'Acanthaster depuis des temps reculés.

La contribution potentielle des eaux d'assainissement au déclenchement de blooms algaux est évidente étant donné le rôle joué par les nutriments dans ce phénomène. Cependant, les eaux usées n'ont pas jusqu'à présent été clairement mises en cause dans les (rares) blooms survenus en Polynésie française. L'absence d'observations de blooms à Tahiti jusqu'à présent peut paraître surprenante. Elle peut probablement s'expliquer par les mêmes causes que celles impliquées dans l'absence d'invasion algale (étendue et renouvellement de l'eau des lagons, dispersion et faible débit des sources).

Il n'a pas été identifié de publication faisant mention de l'influence de la qualité chimique et biologique de l'eau sur l'apparition ou l'intensité des phénomènes de blanchissement de coraux. Ce phénomène est systématiquement imputé à l'augmentation de la température de l'eau avec dépassement du seuil de 29,2 °C. Il ne semble pas cependant insensé d'imaginer qu'un corail stressé par la présence de nutriments ou d'éléments toxiques en excès dans son milieu réagisse de façon plus marquée à une augmentation de température de l'eau. Mais à priori, cela n'a pas été clairement établi.

La **fragilisation chronique du corail** liée à la présence dans les eaux de nutriments et éventuellement de substances toxiques, même en faibles quantités, est vraisemblablement la première cause d'impact des eaux d'assainissement sur le milieu récifo-lagonaire.

Les apports de nutriments produisent des effets toxiques (en particulier les phosphates et les matières en suspension, cf. § 5.3), mais également écologiques en favorisant les concurrents végétaux du corail (gazon algal).

De plus, il s'agit d'une pression de sélection qui va favoriser certains genres de coraux résistants, tels que les *Porites* massifs, aux dépens de coraux «buissonnants», comme ceux du genre *Acropora*, plus vulnérables au brassage des eaux en cas de tempête et à l'agression des organismes concurrents. Cet appauvrissement générique irréversible, par exemple à Tahiti, est montré par les études mais également ressentie par de nombreux plongeurs (Lison de Loma, communication personnelle). La beauté sous-marine, surtout basée sur la diversité des formes et des couleurs, s'en trouve altérée

ainsi que la valeur écologique des lagons.

Enfin, l'effet négatif sur le recrutement des larves va nuire à la résilience des coraux suite à un phénomène de mortalité massive provoqué par une infestation d'Acanthaster, un bloom algal, un cyclone ou encore un blanchissement.

Il faut noter que ces derniers phénomènes risquent de devenir de plus en plus fréquents en raison du dérèglement climatique. La mauvaise qualité des eaux peut également nuire au succès d'une tentative de restauration de récifs à la suite de telles catastrophes, restauration dont le coût est le plus souvent très élevé (Edwards et Gomez, 2007).

Il n'est pas inutile d'ajouter que d'autres activités influençant l'écosystème, telle que l'élimination de poissons herbivores ou mangeurs d'oursins par surpêche, peuvent accentuer l'impact des eaux usées (Salvat et al, 2000).

5.7. Conclusions sur l'impact sur le milieu récifo-lagonaire.

5.7.1. Analyse qualitative

Les coraux sont l'élément central des écosystèmes récifo-lagonaires : non seulement ils en garantissent la richesse et la productivité, mais également la beauté, et contribuent donc de manière déterminante à l'attractivité de la Polynésie française, sans compter leur importance dans la culture polynésienne.

Malgré les édifices considérables qu'ils ont bâti au cours des millénaires, ce sont des organismes fragiles et surtout très sensibles aux variations climatiques et physico-chimiques des eaux dans lesquelles ils se développent.

Si jusqu'à présent en Polynésie française, les eaux d'assainissement ne peuvent être tenues responsables, de disparitions massives de coraux surtout causées par des cataclysmes climatiques (cyclones et blanchissements) et par d'autres activités humaines dévastatrices (extraction de «soupe de corail», remblaiement de récif), elles n'en exercent pas moins une pression constante sur ces organismes.

Cette pression se traduit par une fragilisation du corail, une diminution de sa richesse générique et un handicap dans sa reconstitution suite à des événements destructeurs. Il va de soi qu'en certains endroits très urbanisés ou aménagés touristiquement, tels qu'à Tahiti et à Moorea, ne pas améliorer l'assainissement liquide pourrait conduire à une dégradation qualitative marquée, voire irréversible, des récifs coralliens.

L'amélioration de l'assainissement domestique devra cependant prendre en compte la grande spécificité du milieu récepteur et de son écologie. La pire situation serait en effet de raccorder une population nombreuse à un réseau séparatif d'eaux usées, d'appliquer aux eaux usées un traitement classique : préliminaire, primaire et secondaire, et de rejeter cet effluent «traité» dans le lagon. On assisterait alors fort vraisemblablement à une destruction plus ou moins rapide des coraux se répercutant sur l'ensemble de l'écosystème, y compris sa composante ichtyologique.

Il n'est pas exclu que ces dommages environnementaux soient prévenus, dans certaines conditions, avec un effluent respectant les normes de rejets européennes pour les zones dites sensibles (propices à l'eutrophisation), soient 2 mg/l de P et 15 mg/l de N.

Si les rejets doivent se faire dans un lagon, ce qui est de toute manière déconseillé, il faudra alors appliquer à l'effluent un traitement tertiaire comprenant une dénitrification et une déphosphatation, et éventuellement une désinfection en rémanence (UV ou ozone). Le recours à un lagunage extensif serait approprié du point de vue performance mais difficilement applicable dans les îles où l'espace manque, sans compter les nuisances induites (odeurs et moustiques).

Techniquement, la solution la plus sûre et la plus fiable pour protéger les lagons est le recours à des émissaires longs descendant la pente externe jusqu'à une profondeur suffisante pour assurer, par remontée des effluents (différence de salinité), une dilution suffisante. Le franchissement du récif barrière devra se faire avec le moins d'impact possible (tunnelling ou passage par une passe). Un traitement primaire devra être appliqué a minima avant évacuation. Un traitement secondaire présenterait moins d'impact au point de sortie, mais engendrerait des boues qu'il faudrait gérer sur l'île. Il va de soi que les eaux usées devront être d'origine purement domestique et qu'un programme de suivi environnemental devrait être mis en œuvre, comme c'est le cas actuellement pour l'émissaire de Punaauia.

5.7.2. Éléments d'analyse quantitative

L'estimation de la Valeur Economique Totale (VET) de systèmes récifo-lagonaires a fait l'objet d'études dans diverses régions du monde où ce milieu naturel est présent.

➤ Valeur Economique Totale du système récifo-lagonaire de Moorea

Dans sa thèse de M. Sc. en Sciences Environnementales soutenue en 2007 auprès de l'Université de Wageningen (Pays Bas), Mahé Charles a évalué la Valeur Economique Totale (VET) du système récifocoralien de Moorea. La VET est la somme de la valeur d'usage (détente et tourisme) et à la valeur de non-usage (valeur d'existence et de legs). La valeur d'usage liée aux activités de détente et tourisme représente 60 % de la VET. La valeur esthétique du lagon et du récif est estimée selon une approche hédonique à partir du surplus que les gens sont prêts à payer pour avoir une habitation avec vue directe ou un accès sur le lagon. Elle atteint 2,3 milliards de F CFP par an, soit 30 % de la VET. La thèse aborde les divers problèmes et risques qui menacent cet environnement exceptionnel. On observe que la question des eaux usées n'est pas présentée comme une menace majeure.

En Polynésie française, on prendra comme référence la récente thèse de M. Mahé Charles (2007) qui aboutit à une VET de 7,88 milliards de F CFP par an (66,3 M€/an) pour le seul système récifo-lagonaire de Moorea, soit 1,5 MF/ha.an.

Ainsi, la valorisation économique totale du milieu naturel des lagons et récifs est un sujet relativement bien étudié. Les ordres de grandeur des chiffres obtenus sont souvent élevés.

En contrepartie, les études sur l'impact des eaux usées sur les systèmes récifo-lagonaires sont plus rares. Concernant des centres urbains beaucoup plus importants, elles sont peu transposables au cas polynésien. La présente analyse s'attache donc principalement à établir un bilan, tout d'abord qualitatif, des mécanismes qui lient l'apport d'effluents insuffisamment traités et la dégradation des lagons et des récifs.

Tableau 28 - Estimation de la valeur totale du lagon de Moorea (d'après Charles, 2007)

FUNCTIONS, GOODS & SERVICES OF MOOREA'S LAGOON AND CORAL REEFS	ACTUAL USE (BIOPHYSICAL QUANTITIES)	CURRENT VALUE	
		MOOREA (US \$ / YEAR)	PER HA OF REEF AND LAGOON (US \$ / YEAR)
SUPPORTING SERVICES			
Maintenance of biodiversity	2% endemic fish species; 1500 sp. of molluscs, 170 sp. of corals and 800 sp. of fishes	3000 + 246 000 ¹	50
Migration Habitat	NA	NA	NA
Nursery functions	NA	NA	NA
REGULATING SERVICES			
Carbon fixation (calcification)	900 T C / year	450 000	90
Coastal protection	85% of human activities are close to the shore (vulnerable)	5 700 000	1 140
Sediment-catchment	5 T / year	NA	NA
Organic waste treatment	70-150 T of fertilizer	NA	NA
PROVISIONING SERVICES			
Food	10 - 22 kg / ha year	420 000	84
Raw materials (coral only)	65 000 m ³ (in the past)	(1 333 000) ²	(266) ²
Genetic resources & medicinal resources	NA	1 200 000	240
Ornamental resources	NA	NA	NA
Aquaculture	12 - 15 T /year	305 000 ³	61 ³
Tourism facilities (permanent infrastructure)	1000 hotel units and 200 bungalows in 11 hotels; 22 restaurants; 11 snacks	NA	NA
Housing	Nb of houses on the lagoon; (30% ⁴ of 26 km ²)	25 000 000 ⁴	5 000 ⁴
CULTURAL & AMENITY SERVICES			
Aesthetic information	Houses with view on the lagoon	See housing	See housing
Recreation & tourism	100 000 tourists / year; 500 "lagoon" employees	51 600 000	10 320
Cultural & artistic information	NA	NA	NA
Spiritual & historical information	NA	NA	NA
Science & education	7 F - T researchers	7000 + 574 000 ⁵	2 + 115 ⁵
Natural recoder	NA	NA	NA
TOTAL ECONOMIC VALUE		> 85 505 000	> 17 101

¹ Territorial and foreign conservation funds (estimated to be 30% of research funds) are unequal.

² Coral extraction in the past have an estimate value of 20 million US \$ (Aubanel, 1993) for 974 000 m³ in 15 years (mean of 65 000 m³ per year).

The value is not taken into account in the calculation because of its use in the past.

³ Aquaculture is not only taking place the lagoon area (cages in the lagoon but also in ponds on the shore). The value of this carrier function using the lagoon water is taken into account in the total value. Its value per area is US \$ 52/ha/year.

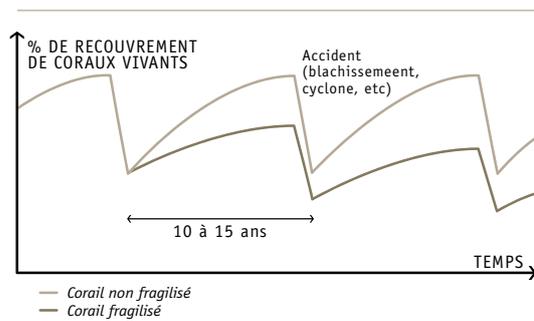
⁴ It is estimated that 30 % of the 26 km² area (shore area dedicated to human activities) is used for housing for which the population is willing to pay 65 us \$/m² surplus for having a view on the lagoon. The value of the housing and aesthetic functions of the lagoon can be estimated to be US \$ 507 million.

It is considered that the housing has a time length of 20 years (the estimation is then US \$ 25 million/year). A more in-depth hedonic pricing study should be conducted.

En termes de valorisation économique, autant il est flagrant que le patrimoine récifo-lagonaire de la Polynésie française a une grande valeur de legs, qu'il s'agit de préserver, autant il est difficile de quantifier l'impact du « non-assainissement » sur ce patrimoine, quelle que soit la définition que l'on prend ici du terme, dans la mesure où les eaux d'assainissement n'ont pas un impact direct mesurable sur la préservation du récif corallien.

On considérera toutefois que le principal effet monétarisable est lié à la fragilisation du récif, et donc au ralentissement de sa capacité de reconstitution à la suite des accidents plus ou moins naturels qui viennent épisodiquement détruire en partie le patrimoine corallien. Il en résulte une réduction à terme de la surface moyenne occupée par le corail, qui n'a pas le temps de reconquérir l'espace perdu avant de subir un nouvel avatar. Cette approche sera reprise lors de la quantification des impacts sur la valeur de non-usage du milieu récifo-lagonaire.

Figure 7 - Diminution de la résilience des coraux fragilisés par les eaux usées (illustration)



6

Impacts sur l'économie productive

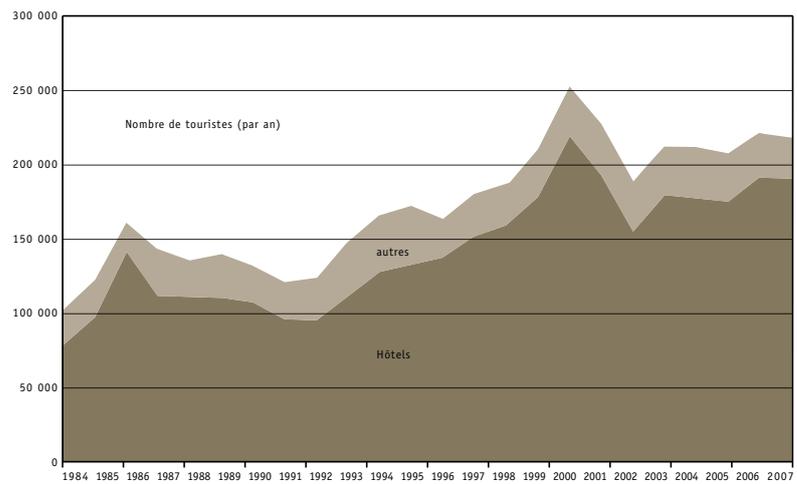
6.1. Impacts sur l'industrie touristique

6.1.1. Aperçu du tourisme en Polynésie française

Le tourisme constitue la première activité économique de la Polynésie française.

Le Territoire reçoit chaque année près de 220.000 touristes, ce qui correspond à peu près à sa population résidente.

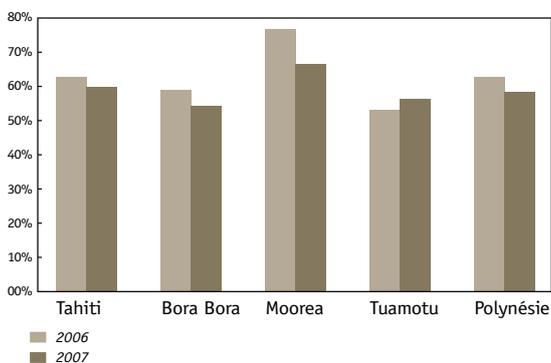
FIGURE 8 - Nombre de touristes par an



Source : Service du tourisme

Sur la période 2000-2007, on compte une moyenne de 2,8 millions de nuitées par an, dont 2,0 millions passées à l'hôtel. En termes de variation saisonnière, la fréquentation touristique se caractérise par une période d'affluence centrée sur août (taux de remplissage maximal de l'hôtellerie -70,6 % en 2007), la basse saison restant toutefois avec un remplissage proche de 50 %.

Figure 9 - Coefficient moyen de remplissage de l'hôtellerie internationale



Source : Enquêtes ISPF 2006 et 2007

a) Capacité hôtelière

Selon les chiffres de l'ISPF, l'hôtellerie polynésienne employait directement environ 4.125 personnes en 2003, dont approximativement les trois-quarts pour l'hôtellerie classée et un quart pour la petite hôtellerie familiale. Ce chiffre représente 48 % des 8.619 personnes occupant un emploi directement lié à une activité touristique dans les comptes de la Caisse de Prévoyance Sociale (13,7 % des effectifs totaux) au 31/12/03.

Le taux moyen de remplissage n'est disponible que pour l'hôtellerie internationale. L'ISPF calcule un taux de remplissage moyen de 57,5 % pour 2007, qui a été une mauvaise année. Ce taux avait approché les 62 % au cours des meilleurs années (2002 et 2006). Il est probablement inférieur pour la petite hôtellerie, tout en restant dans une ordre de grandeur comparable.

Le parc hôtelier classé a connu de nombreuses modifications entre 1996 et 2005, avec une forte augmentation de l'offre de chambres en 1999, puis une réduction drastique en 2001 (fermeture du Club Méditerranée de Moorea). La tendance générale observée depuis 1996 va vers une concentration de l'offre vers le haut de gamme, les hôtels de luxe concentrés à Bora Bora ayant mieux traversé la crise récente que les infrastructures de catégorie Grand Tourisme. Parmi l'hôtellerie internationale, on compte 11 unités disposant de plus de 100 chambres ou bungalows.

TABLEAU 29 - Hôtels les plus importants (plus de 100 chambres)

		UH	CAP.
Intercontinental	Faaa	260	537
Sofitel	Punaauia	216	432
Sheraton	Faaa	189	500
Radisson	Arue	165	418
Méridien	Punaauia	149	298
Intercontinental	Haapiti	144	381
Sofitel Moorea	Temae	114	228
Sheraton Moorea	Papetoai	106	212
Club Méditerranée	Anau	149	304
BB Nui	Motu Toopua	120	240
St Regis	Vaitape	100	200

↳ L'impact du projet d'assainissement de Punaauia sur le tourisme

Trois hôtels parmi les plus importants (Sofitel, Intercontinental Beachcomber et Méridien) sont insérés dans la zone de couverture du réseau d'assainissement de Punaauia. Ils sont connectés depuis 2002-2003, mais ont depuis un différend avec la SEM sur le tarif qui leur est exigé. La grille tarifaire actuelle stipule 40 F/m3 pour les branchements domestiques et 120 F/m3 pour les non domestiques. Les trois hôtels estiment ce dernier prix excessif et ne paient depuis le début que le tiers des factures qui leur sont adressées (soit 40 F/m3 comme les autres clients domestiques). Ceci explique une grande part du volume d'impayés qui apparaît dans les comptes de la SEM Vai Tama (voir 3.2.3.b).

Le rapport MEAF (2008) aborde l'impact du projet d'assainissement de Punaauia sur le tourisme (p. 26). Le Consultant en conclut que :

- ✓ La fréquentation touristique n'est que très peu impactée par l'amélioration partielle apportée par le traitement des eaux usées sur la qualité des eaux de baignade.

- ✓ Les hôtels interviewés ont un regard acerbe sur les programmes. Pour eux, le résultat n'est pas flagrant et le prix élevé. Le milieu touristique reconnaît pourtant que la filière est indispensable mais le coût et la pratique de faire payer plus cher les gros producteurs sont mal perçus. Surtout, les hôteliers identifient d'autres problèmes qui les pénalisent fortement et qui ne sont pas traités (comme la pollution du lagon due aux apports terrigènes, le bruit, les déchets ou l'absence de traitement paysager).

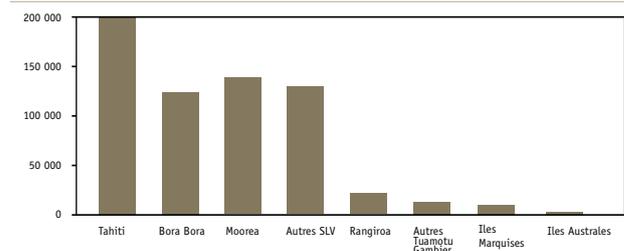
- ✓ Il en ressort que l'impact du projet de Punaauia sur le tourisme n'a pas été objectivement vérifiable.

De manière plus surprenante, le même rapport MEAF (2008) conclut de même que l'impact du projet d'assainissement de Bora Bora sur le tourisme n'est pas vérifiable.

b) Répartition géographique de l'activité touristique

Selon les déclarations à l'arrivée en Polynésie française, les touristes s'orientent plus particulièrement vers les trois îles de Tahiti, Bora Bora et Moorea. Les autres îles sous le vent (Raïatea, Tahaa, Huahine) reçoivent aussi un flux touristique qui, cumulé, avoisine les indices de fréquentation de Moorea ou Bora Bora.

FIGURE 10 - Îles visitées par les touristes - 2005



Source : ISPF - Enquête dépenses touristiques 2005

Le nombre de touristes baisse considérablement dès que l'on sort de l'archipel de la Société, vers les Tuamotu, et plus encore vers les Marquises ou les Australes.

En termes de capacité hôtelière, le Service du Tourisme distingue :

- ✓ L'hôtellerie internationale qui regroupe une cinquantaine d'hôtels classés
- ✓ La petite hôtellerie familiale à laquelle sont assimilés les chambres d'hôte et les campings.

La capacité d'hébergement des navires de croisière mérite par ailleurs d'être citée, puisqu'elle correspond fin 2007 à 1.477 cabines (3.113 PAX).

TABLEAU 30 - Distribution de la capacité hôtelière - 2007

	TOURISME INTERNATIONAL			PETITE HÔTELLERIE			TOTAL		
	HÔTELS	UH	CAPACITÉ	HÔTELS	UH	CAPACITÉ	HÔTELS	UH	CAPACITÉ
Tahiti	10	1 177	2 643	35	213	528	45	1 390	3 171
Moorea	9	613	1 474	36	190	593	45	803	2 067
ÎLES SOUS LE VENT	19	8 920	43 137	71	405	11 131	90	2 113	56 237
Bora-Bora	16	1 114	2 520	13	82	199	29	1 196	2 719
Huahine	2	73	248	27	117	377	29	190	625
Maupiti	2	43	118	15	90	180	15	90	180
Raïatea	2	43	118	16	93	326	18	136	444
Tahaa	3	78	160	10	35	95	13	113	255
ÎLES SOUS LE VENT	25	1 337	3 225	81	372	11 777	104	1 633	49 233
Rangiroa	2	106	212	19	99	269	21	205	481
Manihi	1	40	80	6	44	118	10	48	99
Tikehau	1	36	144	6	44	118	10	80	264
Fakarava	1	28	84	14	69	193	15	87	277
Autres Tuamotu				19	92	222	19	82	222
Îles Gambier				4	16	39	4	16	39
TUAMOTU GAMBIER	5	210	520	67	311	1 130	72	563	1 810
ÎLES MARQUISES	2	34	68	25	119	285	27	153	353
ÎLES AUSTRALES	1	9	27	15	66	161	16	75	188
POLYNÉSIE FRANÇAISE	50	3 351	7 778	259	1 203	3 604	309	4 644	11 382

UH : nombre de chambres ou bungalows

Capacité : Nombre total de personnes accueillies en pleine occupation

Sources : Service du Tourisme - Statistiques de fréquentation touristique 2007

Le tourisme à Bora Bora

L'île bénéficie d'une forte notoriété liée à la grande beauté de ses paysages lagonaires, à la palette infinie de bleus et de verts, et au souvenir qu'en ont gardé et diffusé les milliers de soldats américains qui y avaient établi une des bases arrière de la reconquête du Pacifique entre 1942 et 1945. Dès 1961, un premier grand ensemble hôtelier avait été construit à la pointe Raititi : l'hôtel Bora Bora, établissement de grand luxe qui, avec ses bungalows imitant les fare polynésiens, allait donner le ton aux constructions ultérieures.

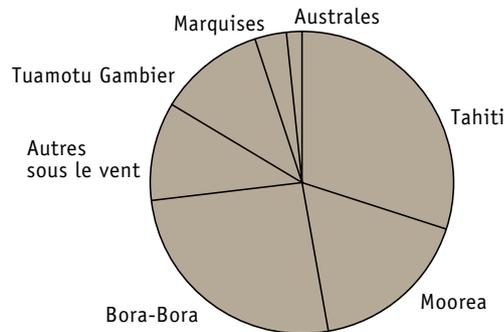
La croissance de la capacité hôtelière est restée modérée jusqu'en 1994 (465 chambres à cette date) puis a connu une forte accélération lors de la dernière décennie pour atteindre 1.196 chambres en 2007 (2.719 places), soit le tiers de la capacité totale de la Polynésie française en matière d'hôtellerie classée. Selon les autorités municipales, la principale limite au développement touristique a longtemps résidé dans la fourniture d'eau potable. Une usine de dessalement de l'eau de mer satisfait les besoins actuels et prévisibles.

Associée au développement touristique, la densité de la population résidente a aussi augmenté rapidement. Les emplois directs ou indirects liés au tourisme ont drainé des flux migratoires vers Bora Bora depuis Tahiti et les îles Sous-le-Vent. Avec 8.927 habitants recensés en 2007, et en y ajoutant la présence permanente moyenne de 2.000 touristes, on atteint une densité réelle de l'ordre de 550 hab/km² sur la vingtaine de km² habitable que compte l'île et ses motu.

L'essor rapide du tourisme à Bora Bora ne s'explique pas seulement par la construction du mythe d'un Eden exotique. Malgré la relative démocratisation du transport aérien, les autorités territoriales ont préconisé, depuis le début des années 1980, une orientation vers le tourisme de luxe pour éviter les phénomènes invasifs propres au tourisme de masse. Dans ce domaine, Hawaï est souvent cité comme l'exemple à ne pas suivre. Le tourisme de haut standing est jugé seul capable de maximiser les profits économiques et sociaux tout en préservant les sites naturels, les écosystèmes et l'équilibre socioculturel des îles. Les grandes chaînes hôtelières et autres promoteurs parient sur l'attention portée à l'excellence de l'image de marque du territoire qui garantit la valeur de l'investissement réalisé. Ils bénéficient également des lois de défiscalisation « Girardin » et « Flosse », la première s'adressant aux investisseurs métropolitains et la seconde, votée en 1995, cumulable avec la précédente, offrant des crédits d'impôt pouvant s'élever jusqu'à 60 % et sur cinq ans.

La plupart des hôtels classés de Bora Bora ont été conçus selon le concept architectural des bungalows sur pilotis. Ce type d'hébergement consiste en un fare imitant l'habitation polynésienne traditionnelle, relié au rivage par un ponton de bois monté sur des pilotis de béton. Ce mode de construction est plus onéreux que s'il était réalisé à terre. Il impose aussi le renouvellement d'une partie des matériaux tous les 7 à 10 ans et n'est pas invulnérable aux tempêtes tropicales. Cependant, les investisseurs lui trouvent plusieurs avantages. Il répond à une demande forte des touristes, déjà conditionnés par les dépliants publicitaires, à la recherche du contact direct et individualisé avec le lagon, dans la réplique d'une authentique demeure polynésienne. Ce privilège se paie au prix fort : entre 500 et 1 000 € la nuit et assure une rentabilité maximale à la mise de fonds variant de 50 000 à 100 000 € par fare. Cette tendance à l'extension lagonaire des hôtels, parfois jusqu'à 200 m du rivage, tient aussi au prix de location des concessions maritimes, nettement plus avantageux que la location ou l'achat d'un terrain sur la terre ferme.

Distribution du nombre de chambres par île - 2007



On observe une forte concentration des chambres à Tahiti et Bora Bora, et dans une moindre mesure à Moorea. A elles trois ces îles représentent plus de 87 % de la capacité hôtelière de la Polynésie française. Aux Tuamotu, seuls quatre atolls disposent d'hôtels classés, totalisant moins de 10 % de la capacité hôtelière totale.

c) Dépenses des touristes

L'ISPF réalise tous les deux ans une enquête sur les dépenses des touristes étrangers²⁸. Parmi les 208.000 visiteurs enregistrés en 2005, 171.000 étaient de purs vacanciers (dont 39 % en voyage de noces). Ils sont restés en moyenne 10,8 jours, et ont localement dépensé 216.272 F CFP par séjour, entre hôtel (58 % des dépenses locales) et autres frais (42 %).

Les autres visiteurs sont soit en voyages d'affaires, soit en visite auprès de famille ou d'amis (ou autres motifs). Ils restent en général plus longtemps (21,5 jours) mais réalisent moins de dépenses locales (135.595 F CFP en moyenne, dont seulement 29 % en hôtels).

TABLEAU 31 - Dépenses locales par séjour selon le principal but du voyage en 2005

	NOMBRE DE TOURISTES	DURÉE MOYENNE DU SÉJOUR	F CFP PAR SÉJOUR		TOTAL
			HÉBERGEMENT	HORS HÉBERGEMENT	
Voyage de noces	66 539	9,8	132 514	101 095	233 609
Tourisme de vacances	104 579	11,5	120 629	84 613	205 242
Voyage d'affaires	11 659	22,4	69 855	129 769	199 624
Autre motif	4 580	7,3	13 081	23 712	36 793
Visite de la famille ou d'amis	20 711	24,2	28 804	63 792	121 400
TOTAL	208 057	12,7	113 828	90 911	201 639

Source : ISPF - Enquête sur les dépenses auprès des touristes internationaux en 2005

(28) On utilisera ici les résultats de l'enquête de 2005, celle de 2007 n'étant pas encore disponibles au moment de la préparation du présent rapport.

Methodologie de l'enquête « dépenses touristiques » réalisée par l'ISPF

L'enquête sur les dépenses touristiques réalisée tous les deux ans par l'ISPF a pour objectif de mesurer les flux financiers liés au tourisme entre la Collectivité d'outre-mer et l'étranger, tant en termes d'entrées que de sorties de devises. Cette enquête, effectuée « aux frontières » à l'aéroport de Tahiti-Faa'a par un personnel préalablement formé, est réalisée par sondage auprès des seuls non-résidents. Elle se déroule sur deux périodes afin de couvrir la haute et la basse saison.

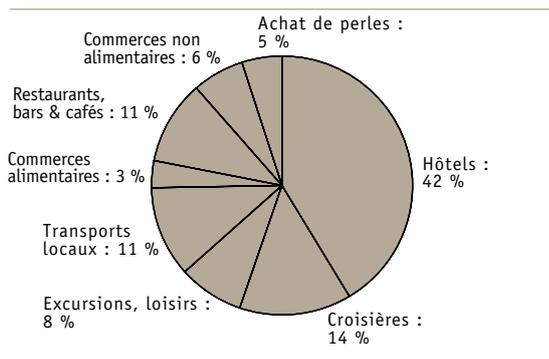
L'échantillon, constitué de 1.150 questionnaires par enquête et par période (soit 2.300 questionnaires pour les touristes), est déterminé d'après la méthode des quotas croisés à partir des statistiques exhaustives du Service du tourisme de l'année précédant l'enquête. En revanche, les données utilisées pour procéder à l'extrapolation des résultats de l'échantillon à l'ensemble de la population sont les statistiques exhaustives correspondant à l'année de l'enquête. Les variables retenues pour déterminer les quotas croisés sont le pays de résidence (ou le regroupement des pays en fonction des principaux marchés émetteurs) et la compagnie aérienne utilisée.

Les chiffres de la balance des paiements de la Polynésie française, publiés conjointement par l'IEOM et la Banque de France, pourraient fournir une autre source d'information. Toutefois, les recettes du poste « voyage » couvrent un périmètre plus large que les simples recettes touristiques, puisqu'elles prennent également en compte la totalité des paiements par carte bancaire tirés sur des comptes non domiciliés (voir IEOM 2004, p.22).

En 2003, les recettes du poste « voyage » de la balance des paiements s'élevaient à 51,8 milliards de F CFP, contre 42 milliards de dépenses touristiques estimées par l'ISPF.

Au total, les touristes internationaux ayant effectué un séjour sur le territoire ont dépensé 90 milliards de F CFP pour leurs vacances. Toutefois, seulement 47 % de cette somme globale, soit 42 milliards F.CFP, ont été dépensés en Polynésie française, la différence entre montant global et dépense locale correspondant essentiellement au prix du transport international (30 milliards) et aux commissions des agences de voyage (18 milliards). Les 42 milliards de F CFP dépensés localement par les 208.000 visiteurs de 2005 se répartissent comme suit :

FIGURE 11 - Répartition des dépenses locales par catégorie de dépense



Avec 42 % des dépenses totales, l'hôtellerie est incontestablement le premier bénéficiaire des retombées directes de l'activité touristique internationale. Une telle prépondérance s'explique principalement par l'orientation haut de gamme du marché polynésien, caractérisé par une offre importante en structures d'hébergement classées et pratiquant des tarifs élevés.

Selon L'IEOM (2004), le taux de valeur ajoutée du secteur hôtelier, est légèrement inférieur à 50 %.²⁹

(29) 47 % pour l'hôtellerie classée et 45,9 % pour l'hôtellerie non classée en 2002

6.1.2. Enjeux et défis du tourisme polynésien

Les touristes internationaux ont rapporté 42 milliards de F CFP en 2005, soit 2,5 fois le montant des exportations de produits locaux (15,2 milliards). Le tourisme international constitue de loin la première activité économique de la Polynésie française.

Entre 1996 et 2003, le tourisme mondial a crû à un rythme moyen de 2,3 % par an, malgré un tassement observé depuis 2001 en conséquence des attaques terroristes et d'autres événements conjoncturels qui ont affecté son essor (épidémies, conflits, crise économique dans les pays émetteurs). Durant la même époque, la zone Asie-Pacifique s'est affirmée comme une destination de plus en plus prisée, puisque le taux moyen d'arrivées a augmenté de près de 6 % par an.

Toujours au cours de la même période 1996-2003, le nombre de touristes en Polynésie française s'est accru de 3,8 % par an. Ce chiffre démontre un résultat qui n'est pas mauvais, même si le développement touristique reste très inférieur aux attentes qui ont été formulées par les autorités du Territoire.

Toutefois, le tourisme stagne en Polynésie française depuis 2003, malgré des investissements conséquents en matière de capacité d'accueil. Cette situation pourrait ne pas être si alarmante pour le secteur si le tourisme polynésien suivait une tendance mondiale ou régionale. Mais ce n'est pas le cas puisque le nombre de touristes dans le monde a augmenté de 6,1 % et celui de la zone Asie-Pacifique de 10,3 %.

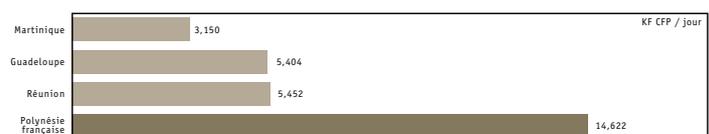
a) Un tourisme orienté vers le haut de gamme

Le budget moyen des touristes en Polynésie française est très supérieur à ce que l'on peut observer vers d'autres destinations, telles que les DOM français. Il dépasse ici les 14.600 F CFP par journée de séjour (hors voyages internationaux), alors qu'il est de l'ordre de 5.400 F CFP par jour à la Guadeloupe et à la Réunion, et inférieur à 3.200 F CFP à la Martinique. En fin de compte, le chiffre d'affaires du tourisme est sensiblement plus important en Polynésie française que dans chacun de ces trois DOM, qui connaissent pourtant une fréquentation touristique bien supérieure en nombre de visiteurs.

TABLEAU 32 - Impact du tourisme des non résidents

	TOURISTES NON RÉSIDENTS			DÉPENSE LOCALE		DURÉE MOYENNE DU SÉJOUR (JOURS)	
	MILLIERS	% SÉJOURNANT À L'HÔTEL		F CFP/SÉJOUR	TOTAL	À L'HÔTEL	
Polynésie française	2004 213	83%		197 400	13,5	10,7	
Nouvelle-Calédonie	2004 100	nd		nd	16,0	nd	
Guadeloupe	2004 381	46%		75 655	14,0	9,0	
Guyane	2004 95	nd		nd	15,0	nd	
Réunion	2004 430	52%		87 230	16,0	6,8	
Martinique	2005 639	40%		42 520	13,5	4,5	

Source : ISPF - Enquête sur les dépenses auprès des touristes internationaux en 2005



Ainsi le tourisme polynésien est-il surtout orienté vers le haut de gamme, atteignant son paroxysme à Bora Bora, où le prix de la nuit dans les hôtels de luxe dépasse généralement les 45.000 F CFP. Mais ce tourisme de luxe piétine en Polynésie depuis 2000, en partie du fait d'une conjoncture internationale défavorable depuis les attentats de 2001, mais surtout du fait d'une concurrence accrue d'autres destinations qui proposent des sites comparables.

De par son éloignement extrême et de par son image, la Polynésie française a ainsi une position particulière au sein de l'offre mondiale de destinations touristiques. La réussite du développement d'un tourisme de luxe, qu'atteste tout particulièrement Bora Bora, ne conduit pas si facilement qu'on aurait pu l'espérer vers une massification progressive d'une demande de standing moins élevé. L'étude publiée par l'IEOM en 2004 analyse les atouts et les faiblesses de la destination polynésienne :

Atouts

- ✓ Dans la continuité des récits enthousiastes des premiers explorateurs, la Polynésie française conserve l'image d'un paradis terrestre, but d'un voyage d'exception.
- ✓ Les lagons et leur faune sous-marine réputée unique représentent un des atouts touristiques majeurs.
- ✓ La culture identitaire et une tradition d'hospitalité légendaire apportent une plus-value importante à la destination.
- ✓ Cette culture originale est présente dans les différentes infrastructures hôtelières qui permettent aux touristes d'appréhender le mode de vie polynésien grâce en particulier aux fare sur pilotis et bungalows au bord de l'eau.

Handicaps

- ✓ Une destination chère, lointaine et concurrencée, notamment par les îles Hawaii ou Fidji, qui proposent des produits relativement similaires à l'offre polynésienne.
- ✓ Une qualité du service souvent jugée inconstante, notamment dans les hôtels haut de gamme, du fait d'un insuffisant niveau de formation du personnel.

6.1.3. Les études sur le sentiment des touristes

L'ISPF réalise tous les deux ans, depuis 2002, une enquête de satisfaction auprès des touristes internationaux ayant visité la Polynésie française. L'enquête est réalisée par sondage à l'aéroport de Faa'a auprès d'un échantillon représentatif de 6 500 passagers à leur départ.

Le premier objectif de cette enquête est de mesurer le degré de satisfaction ou d'insatisfaction des touristes, ainsi que de mieux connaître les produits touristiques consommés, notamment en terme de services culturels et récréatifs.

➤ Conclusions du rapport IEOM 2004 sur Le tourisme en Polynésie française de 1996 à 2003 (extraits)

« ... Afin de renforcer et d'accroître la rentabilité du tourisme en Polynésie française, il est essentiel qu'il s'inscrive dans un cadre durable. En effet, le tourisme -outre qu'il se trouve au confluent de l'économie, de la culture et de l'environnement-est source de risques de changement des équilibres sociaux, d'homogénéisation des cultures et des modes de vie, et enfin de modifications ou même de destruction de l'environnement naturel.

La notion de tourisme durable a été définie par l'article 1 de la Charte du tourisme durable de l'Organisation mondiale du tourisme (OMT) adoptée en 1995, et repose sur un tourisme délibérément harmonieux et maîtrisé : « il doit être supportable à long terme sur le plan écologique, viable

L'ISPF a publié en 2008 une étude sur « Le sentiment des touristes sur la destination Polynésie française » (Revue Points forts de la Polynésie française, n°4/2008).

Parmi les motivations déclarées par les voyageurs pour venir en Polynésie française, 52 % citent en premier lieu la beauté des paysages naturels.

34 % ont déjà séjourné dans une destination concurrente (Fidji, Seychelles, Maurice, Maldives, Hawaii, etc.). Par contre, seulement 17 % des touristes visitant la Polynésie française en 2006 y étaient déjà venus auparavant (alors que 87 % des personnes interviewées sont convaincues qu'elles y reviendront un jour). Ce faible taux de retour moyen cache des disparités. Les personnes originaires du Pacifique sud (59 % de retour) et dans une moindre mesure les français de métropole (29 %) et les japonais (22 %) reviennent plus fréquemment que les originaires des autres centres, notamment les américains ou les autres européens.

Selon l'étude, les touristes sont généralement satisfaits de l'hébergement en Polynésie française mais cette appréciation globale masque des jugements contrastés selon que l'on distingue l'accueil, le service, le coût du produit et la nature de l'hébergement (terrestre ou croisière).

Ces résultats traduisent un sentiment mitigé sur le coût du produit. La majorité des touristes (58 %) estiment que le prix est trop élevé au regard de la prestation. Parmi les personnes interrogées, 88 % citent au moins un élément de satisfaction à l'issue du séjour.

L'accueil et la beauté des paysages (terrestres et maritimes) sont nommés spontanément par 37 % et 34 % des touristes.

Du côté des motifs d'insatisfaction (70 % des touristes en déclarent au moins un), les prix élevés (45 % des réponses citées) apparaissent comme le point noir du tourisme polynésien, même si plus que les prix, c'est le rapport qualité-prix qui pose problème. Deux autres thèmes d'insatisfaction doivent attirer l'attention : la qualité du service et des activités (10 % des réponses) et la pollution et les nuisances faites à l'environnement (7 % des touristes). Ces thèmes affectent relativement plus les « repeaters » (11 % des réponses) qui comparent l'évolution de l'environnement entre leurs différents séjours.

Lors de l'enquête de 2004, l'insatisfaction exprimée relative à la saleté, la pollution et les nuisances sonores n'était que de 4,8 % (11,8 % lors de l'enquête 2002).

Il est par ailleurs intéressant d'observer les commentaires sur la protection de l'environnement présentés dans les guides touristiques publiés sur la Polynésie française, qui ont, comme partout ailleurs, un important rôle de formateur d'opinion et de prescripteur.

Ainsi, le Lonely Planet présente son chapitre « Ecologie et environnement » de la façon suivante³⁰ :

sur le plan économique et équitable sur le plan éthique et social pour les populations locales ».

La mise en oeuvre d'un tourisme durable en Polynésie française semble donc essentielle et passe avant tout par la protection et la mise en valeur du milieu écologique local (faune, flore, patrimoine paysager, historique et architectural, « patrimoine de vie », patrimoine ethnologique et culturel), véritable matière première du tourisme...

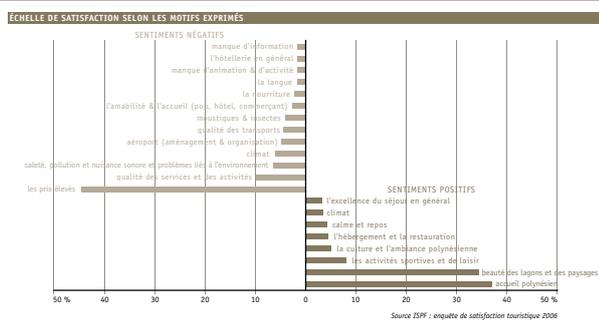
... Le tourisme durable a un coût mais il offre une certitude de rentabilité de l'activité supérieure car il permet en retour de préserver l'attractivité, et donc de garantir le succès de la destination, de conserver une part plus élevée des recettes touristiques et de les réinvestir dans la protection des sites. Il est également un soutien à l'essor, tant économique que social, de la destination au travers du développement de l'artisanat local, du réseau d'adduction et de traitement de l'eau, des communications, de l'agriculture, et des services publics de santé et d'éducation. »

Les atolls et les îles hautes sont des milieux écologiquement fragiles, très sensibles à la moindre dégradation de l'environnement. Malheureusement, malgré quelques efforts perceptibles depuis plusieurs années, la Polynésie accuse un retard considérable en matière de protection. L'enjeu est pourtant capital : le tourisme, principale ressource de la Polynésie française, repose sur l'intégrité de son patrimoine naturel, et la pollution écorne sérieusement l'image d'un paradis...

... les décharges, sauvages ou officielles, constituent l'aspect le moins reluisant de la Polynésie française... Ces décharges polluent les cours d'eau, qui à leur tour, déversent les déchets dans le lagon. Dans les îles hautes, le fort ruissellement des eaux de pluie n'arrange rien...

... Quant aux eaux usées [de Tahiti], il n'existe pas de système public de traitement. Les fosses septiques des habitations ou les mini-stations des collectivités sont mal entretenues et peu fiables, et les eaux, imparfaitement traitées, filent vers le lagon... Seule Bora Bora s'est dotée d'une station d'épuration et d'un système de tout-à-l'égout performant. Dans les autres archipels, les problèmes existent mais ont une ampleur bien plus limitée en raison de la faible présence humaine. » (p.85)

FIGURE 12 - Raisons de satisfaction ou d'insatisfaction exprimées par les touristes



6.1.4. L'impact du « non-assainissement »

a) Synthèse des principales observations

Il ressort de l'analyse précédente quelques lignes directrices qui conditionnent l'impact de l'assainissement, ou du non-assainissement, sur l'économie touristique polynésienne :

✓ La Polynésie française a su entretenir auprès du reste du monde une image de paradis naturel qui contribue à une valeur mythique de la destination. En termes économiques, on peut dire qu'une partie de la valeur ajoutée créée par l'industrie touristique vient de l'exploitation de la rente constituée par cette image de marque. C'est elle qui justifie que des touristes soient prêts à se déplacer aussi loin et à payer aussi cher. Il est essentiel de préserver, voire d'intensifier, ce capital lié à un environnement idyllique.

✓ Le moteur de l'économie touristique est le haut de gamme, qui vise l'excellence. En termes d'environnement, il ne s'agit pas d'être seulement dans une bonne moyenne par rapport à la concurrence : il faut être parfait, en particulier quant à la protection des lagons.

Même s'il est impossible d'évaluer finement l'impact économique réel, il est probable que quelques reportages divulgués dans les pays émetteurs montrant une dégradation des conditions sanitaires en Polynésie française auraient une incidence profonde, et peut être durable, sur le taux de fréquentation des touristes.

✓ Le secteur nautique domine l'offre d'activités touristiques. Selon les enquêtes de l'ISPF, 25 % des touristes ont pratiqué la plongée en 2002. Mais la plongée en bouteille, pratiquée dans l'un des centres de plongée agréés (une cinquantaine sur l'ensemble polynésien) ne constitue que la pointe d'une gamme assez large de prestations touristiques associées aux loisirs nautiques, qui regroupe aussi les visites des lagons en aquacole, la pratique du snorkling, la pêche sportive, le surf, la location de bateaux, etc. Là encore, l'eau du lagon est au centre de toutes les attentions.

✓ La problématique des coûts d'exploitation. Le coût de la vie est très élevé en Polynésie française. Le coût des services touristiques est donc lui aussi élevé, en particulier pour l'hôtellerie, même si le salaire moyen mensuel du secteur hôtellerie-restauration s'élevait à 148.200 F CFP en 2003, soit 30 % de moins que le salaire moyen mensuel tous secteurs confondus (215.283 F CFP)³¹. On sait que le critère du coût est d'autant plus sensible que l'on descend dans l'échelle de standing. Le défi d'étendre le relatif succès enregistré auprès de la clientèle de luxe vers d'autres catégories de touristes plus sensibles à la compétitivité du prix passe par une minimisation des coûts d'exploitation, parmi lesquels l'eau et l'assainissement sont des enjeux.

✓ Papeete n'est en général pas la destination finale des voyageurs, mais c'est la porte d'entrée, le passage obligé, où se forme la première opinion du visiteur. Papeete participe donc activement à l'image de marque de la Polynésie française. D'entrevues avec les professionnels du tourisme, il semble ressortir que les 7 % d'opinion négatives exprimées par les touristes sur la pollution et l'état de l'environnement polynésien sont plus liés à leur transit dans l'agglomération de Papeete qu'aux conditions de vie qu'ils ont ensuite pu connaître dans les sites plus éloignés.

Dès lors, on défendra ici l'idée que l'impact du non-assainissement sur l'économie touristique doit se mesurer sur deux aspects :

✓ L'approche macro-économique et marketing qui prend en compte l'impact du manque d'une politique plus volontaire en matière d'assainissement sur l'image de la destination Polynésie française.

✓ L'approche micro-économique qui vise à évaluer le surcoût que subit l'activité hôtelière du fait de devoir s'équiper en stations autonomes dans les nombreux lieux où il n'existe pas de réseau auquel se raccorder.

b) Impact macro-économique : la dégradation de l'image paradisiaque

Pour développer ou tout simplement maintenir l'image d'excellence de ses sites sur laquelle se fonde l'économie touristique, le Territoire doit communiquer sur le volontarisme de sa politique de préservation environnementale. C'est d'ailleurs la stratégie qui se développe de plus en plus chez nombre de destinations concurrentes. En Polynésie française, seul Bora Bora peut communiquer

(30) Lonely Planet : Tahiti et la Polynésie française, Edition française, 4^{ème} édition.

(31) Le ratio masse salariale de la branche hôtellerie – restauration sur le chiffre d'affaires de ce même secteur s'élevait en Polynésie française, en 2003, à 31,5 %. Cet indicateur, qui mesure le coût d'exploitation en frais de personnel, est inférieur à la moyenne métropolitaine qui se situe aux alentours de 33 %.

dans ce sens. Dans cet univers de marketing et de voyages vendus à distance, la réalité effective devient à la limite secondaire. Peu importe que l'eau du lagon soit peut-être tout aussi propre à Raiatea qu'à Bora Bora. Le fait est que ce dernier a un pavillon bleu et un assainissement exemplaire à montrer pour convaincre à distance les touristes qui choisissent leur destination sur un dépliant ou sur internet.

Le « non-assainissement » à prendre en compte ici se réfère plutôt à l'absence d'un discours cohérent et volontaire sur l'assainissement, sans lequel il est impossible d'afficher une politique environnementale engagée.

Le « retard » pris dans la mise en place d'un système généralisé de tout-à-l'égout sur l'agglomération de Papeete, et l'absence de solution générale de traitement des eaux usées avant leur envoi dans le lagon, sont des éléments aujourd'hui difficilement justifiables pour une ville qui se veut appartenir au monde « développé ». Cela participe à l'entretien d'une image négative qui affecte l'ensemble de la Polynésie française, en association avec d'autres questions connexes telles que la gestion défectueuse des déchets solides et les difficultés de contrôle de certains aménagements urbains menaçant l'écosystème.

Une analyse plus subjective qu'objective conduit à penser que l'ordre de grandeur de l'impact de cet ensemble de « points faibles » est de l'ordre de 10 à 20 % sur la capacité de compétition du Territoire sur son créneau comme destination touristique. Vu ainsi, si l'on considère que la dévalorisation de la « marque » touristique liée au « non-assainissement » affecte la fréquentation touristique de 10 %, le coût économique direct de cet impact se monte à 4,2 milliards de F CFP par an d'activité économique en moins.

Selon L'IEOM (2004), le taux de valeur ajoutée du secteur hôtelier, qui représente 42 % du chiffre d'affaires global de l'activité touristique polynésienne, est légèrement inférieur à 50 %.³² On conservera une valeur de 47 % pour l'ensemble de l'activité touristique.

c) Impact micro-économique : le surcoût de l'assainissement autonome

Par ailleurs, l'approche micro-économique consiste à évaluer l'incrément de coût direct que l'assainissement autonome induit sur l'activité touristique réceptive, en particulier l'hôtellerie. En considérant que les hôtels sont plus ou moins obligés, de par la nature de leur activité, à assurer un assainissement à peu près convenable de leurs propres effluents, l'absence de réseau et de traitement collectif les entraînent dans des coûts de station autonome qui sont élevés (et pour un résultat souvent pauvre).

On estime que les hôtels de Bora Bora auraient un coût effectif de l'ordre de 300 à 350 F/m³, s'ils devaient maintenir des stations autonomes. Grâce au système d'assainissement collectif mis en place, ils sont débarrassés de ce problème en payant 280 F/m³, pour un service qui coûte en valeur moyenne environ 157 F/m³.

Les 476.000 m³ facturés en 2008 aux 19 hôtels connectés de Bora Bora, représentent ainsi une économie de coût de 80 MF CFP par an pour l'île, qui se traduisent par :

- ✓ 21,4 MF CFP d'augmentation de la marge brute des hôtels
- ✓ 58,6 MF CFP de subvention croisée apportée aux habitants de l'île, qui grâce à la contribution des hôtels paient leur facture d'assainissement à un prix bien moindre que son coût réel.

La question du « non-assainissement » ne se pose pas à Bora Bora qui dispose déjà d'un système que l'on peut considérer comme exemplaire. Il en est de même pour les 3 principaux hôtels de Punaauia, qui sont déjà reliés au système collectif de Punaauia.

On peut cependant appliquer un raisonnement identique à celui développé pour Bora Bora, de manière à évaluer l'impact micro-économique du non-assainissement pour l'ensemble du réseau

hôtelier qui n'est pas connecté à un système collectif, c'est à dire la totalité des autres hôtels hormis ceux de Bora Bora et de Punaauia (soit 64 % de la capacité hôtelière totale).

Cet ensemble représente une capacité totale de 7.328 hôtes. Avec une consommation moyenne variant de 480 l/PAX.jour pour l'hôtellerie internationale, et 250 l/PAX.jour pour la petite hôtellerie, la consommation annuelle d'eau est proche du million de m³. En prenant comme coûts moyens ceux obtenus à partir de données collectées pour Faa'a³³, il s'ensuit que le non assainissement en dehors de Bora Bora et Punaauia, se traduit par un coût additionnel sur l'activité hôtelière de l'ordre de 125 MF CFP par an.

Selon le modèle tarifaire adopté (les hôtels payant en général plus cher que le coût moyen par m³), ces 125 millions seraient réinjectés dans l'économie territoriale, soit sous forme de marge brute pour l'hôtellerie, soit sous forme de subventions croisées pour les autres consommateurs d'eau potable.

TABLEAU 33 - Impact du non assainissement sur le tourisme

HYPOTHÈSES DE CALCUL ET ESTIMATIONS		
PARAMÈTRE	ESTIMATION	COMMENTAIRE
Chiffre d'affaires annuel du tourisme	42 milliards de F CFP	Données ISPF
Baisse de fréquentation touristique	10 %	Estimation
Valeur ajoutée / chiffre d'affaires	47 %	IEOM hôtellerie 2004
VALEUR DE L'IMPACT MACRO-ÉCONOMIQUE	1 974 MF CFP PAR AN	
PARAMÈTRE		
PARAMÈTRE	ESTIMATION	COMMENTAIRE
Capacité hôtelière sans assainissement collectif	Grands hôtels : 3 991 PAX Petits hôtels : 3 405 PAX	Statistiques 2007
Baisse de fréquentation touristique	Grands hôtels : 480 l/PAX.j Petits hôtels : 250 l/PAX.j	Estimation
Surcoût assainissement autonome	125 F/m ³	Calcul
Coefficient moyen de remplissage	60 %	Statistiques
VALEUR DE L'IMPACT MICRO-ÉCONOMIQUE	76 MF CFP PAR AN	

Revue de bibliographie

Diverses études ont été réalisées en France métropolitaine sur l'impact d'une dégradation de l'environnement sur le tourisme.

Germond cite l'enquête LH2 de juin 2007 qui montre que 78 % des Français préfèrent passer des vacances dans une ville bénéficiant d'un Pavillon Bleu. Il reprend par ailleurs les études réalisées à la suite des marées noires de l'Amoco Cadiz (Bretagne, 1978) et de l'Erika (Bretagne, 1999)³⁴. Dans les deux cas, les pertes de fréquentations touristiques ont été estimées à 10 % du fait de la pollution de la côte. Germond en retient cet ordre de grandeur de 10 % comme valeur guide de chute des revenus touristiques du fait d'une dégradation significative de la qualité des eaux de baignade.

(32) 47 % pour l'hôtellerie classée et 45,9 % pour l'hôtellerie non classée en 2002

(33) Moins élevées qu'à Bora Bora, avec 260 F/m³ pour l'assainissement par station autonome et 135 F/m³ pour l'assainissement collectif.

TABLEAU 34 - Estimation des coûts sociaux des marées noires européennes

	AMOCO CADIZ 1978		ERIKA 1999		PRESTIGE 2002	
	M€	%	M€	%	M€	%
Nettoyage et restauration en mer	230,5	46,2	914,0		509,4	63,9
à terre	27,0			124,0		
infrastructures	111,4					
Pertes de ressources marines	92,1					
pêche et transformation	50,6	10,1	52 - 73		152,3	19,1
conchyliculture	22,6				139,5	
Tourisme	28,0				12,8	
valeur ajoutée directe	85,7	17,2	400 - 500		110,6	13,9
pertes indirectes	55,4					
Pertes de loisirs et d'aménité	30,3					
Pertes écologiques	51,7	10,4	98,0			0,0
	80,2	16,1	n.d.		25,1	3,1
TOTAL DES COÛTS SOCIAUX	498,7	100,0	~ 1 700		797,4	100,0

Source : Bonniex et Rainelli (1991) et (2003), Loureiro et al. (2006)

6.2. Impacts sur la pêche

Le Service de la Pêche du Territoire dispose d'une cellule statistique qui assure un suivi assez précis de la pêche professionnelle et traditionnelle. Il distingue :

- ✓ La pêche hauturière ou palangrière (6.300 t en 2007),
- ✓ La pêche côtière (2.300 t),
- ✓ La pêche lagonaire (4.300 t de poissons et crustacés),
- ✓ L'aquaculture (46 t de crevettes).

Dans le cadre de la présente analyse, on ne s'intéressera qu'à la pêche lagonaire, qui est potentiellement vulnérable aux carences d'assainissement.

Le rejet des eaux usées non traitées peut entraîner une diminution des rendements de la pêche. Une étude de la Banque Mondiale (2007) montre que la pollution des eaux a entraîné une diminution d'environ 15% de la production halieutique dans les régions les plus polluées de Tunisie.

L'étude d'impact économique et financier du projet d'assainissement du Grand Nador (Maroc), réalisée par l'AFD en 2007, estime que l'absence de traitement des eaux usées de cette ville réduit de 70 % le chiffre d'affaires de la pêche artisanale dans la lagune où se déversent les eaux usées de l'agglomération.³⁵

6.2.1. Importance socio-économique de la pêche lagonaire

On recense environ 800 espèces de poissons dans les lagons de Polynésie française. Leur abondance peut s'élever jusqu'à 2.000 kg/ha. La pêche lagonaire est définie par le Service de la Pêche comme l'ensemble des activités touchant à l'exploitation des ressources biologiques naturelles existant dans les lagons, sur la pente externe des récifs ou sur le littoral des îles sans récif, jusqu'à une profondeur d'environ 100 mètres. Elle se distingue donc de la pêche hauturière et de la pêche côtière qui se pratiquent au-delà de la pente externe des récifs coralliens, avec des bateaux de haute mer, et qui ciblent des espèces différentes telles que le thon, la bonite ou la daurade coryphène. Sur le plan social, économique et culturel, la pêche lagonaire, qui touche la quasi-totalité des polynésiens, est vitale pour le pays. C'est une pêche de subsistance, souvent indispensable à l'approvisionnement des populations isolées, notamment dans les archipels éloignés, car la plus grande partie du produit de la pêche est auto-consommée et fournit, à faible prix, des protéines d'excellente qualité. Cette pêche est la seule source de revenus pour une partie de la population, notamment aux Tuamotu, et constitue, pour de nombreux habitants, une source de revenus complémentaires ainsi qu'un loisir.

Elle est donc à la fois l'objet d'un secteur formel de pêcheurs, et d'une activité informelle importante et fortement enracinée dans la culture locale. On distingue ainsi :

- ✓ Les pêcheurs professionnels déclarés auprès de la Chambre de l'Agriculture et de la Pêche Lagonaire (CAPL)
- ✓ Les pêcheurs professionnels non déclarés
- ✓ Les pêcheurs occasionnels pour lesquels l'activité constitue une source secondaire de revenu
- ✓ Les pêcheurs qui pratiquent essentiellement pour le loisir, même si leur production autoconsommée peut constituer une importante source d'alimentation pour leur famille.

D'une manière générale, le CESC (2003) estime que 53 % de la production est autoconsommée, cette proportion pouvant dépasser 75 % dans la plupart des îles, hormis quelques atolls des Tuamotu où l'exportation commerciale vers Tahiti constitue une forte composante de l'économie locale.

Ce niveau d'autoconsommation et la présence de circuits informels rendent difficile l'estimation de la production lagonaire. A partir de données statistiques très partielles, le Service de la Pêche estime toutefois que la production lagonaire globale de la Polynésie française se situe aux alentours de 4.300 tonnes par an, réparties entre :

- ✓ 3.400 t de poissons lagonaire
- ✓ 700 t de petits pélagiques (ature, operu)
- ✓ 200 t de mollusques et crustacés

a) La pratique de la pêche lagonaire

Il existe quatre techniques de pêche :

- ✓ La pêche au fusil harpon
- ✓ La pêche au filet maillant
- ✓ La pêche à la nasse
- ✓ La pêche à la ligne

Les pêcheurs de Moorea pratiquent surtout la pêche au fusil, alors que ceux de Tahiti pêchent préférentiellement au filet.

La pêche à la nasse est largement diffusée dans les atolls. La technique consiste à emprisonner les poissons dans des chambres grillagées. Le parc à poissons présente l'avantage de conserver les prises vivantes à moindre frais, en attendant selon la demande, l'acheminement par avion ou bateau vers Papeete.

La pêche lagonaire est souvent réalisée la nuit. Les pêcheurs quittent classiquement le foyer vers 22 heures et reviennent vers 4 ou 5 heures du matin. Au débarquement des pirogues, les poissons sont traditionnellement enfilés sur une lanière végétale en écorce d'hibiscus (purau), pour former un tui, ou paquet d'environ 3 kg. Le poisson qui n'est pas gardé pour l'autoconsommation est vendu, principalement sur le marché informel, c'est à dire au bord de la route, à l'arrivée de la pirogue.

(34) Bonniex et Rainelli (1991) et Bonniex et Rainelli (2003)

(35) AFD (2007) : Etude d'impact économique et financier du projet d'assainissement du Grand Nador, Etude ASPA, rapport final, décembre 2007, p.41

TABLEAU 35 - Estimation de la production par archipel

	POPULATION	PRODUCTION LAGONAIRE (T/AN)		KG/HAB/AN
Iles du Vent	194 623	1 100	28%	5,7
Iles Sous-le-Vent	33 184	600	15%	18,1
Iles Tuamotu-Gambier	16 847	1 600	40%	95,0
Iles Marquises	8 632	300	8%	34,8
Iles Australes	6 310	400	10%	63,4
POLYNÉSIE FRANÇAISE	259 596	4 000	100%	15,4

La pêche lagonaire est présente dans toutes les îles. Rapportée à la population, elle est prépondérante dans les Tuamotu. Elle ne se destine en général qu'aux besoins locaux. Toutefois, la production de l'île de Tahiti, de l'ordre d'un millier de tonnes par an, n'est pas suffisante pour satisfaire aux besoins de sa population. Tahiti importe donc du poisson des autres îles, en particulier de certains atolls des Tuamotu de l'ouest (Kaukura, Arutua, Tikehau) qui ont développé depuis plus de 30 ans une pêcherie commerciale vouée à l'export sur Tahiti. On estime ainsi que 840 t de produits lagonaires sont acheminés chaque année des autres îles vers Tahiti, dont 600 t depuis les Tuamotu.

➤ L'exemple de la pêche lagonaire à Moorea

La pêche lagonaire a été particulièrement étudiée à Moorea, qui a fait l'objet d'une série de recherches et de publications à ce sujet (Aubanel, 1993, Vieux, 2002, Yonger, 2002, Charles, 2005).

Caroline Vieux a répété en 2002 la minutieuse étude qu'avait déjà réalisée Anne Aubanel en 1992, pour observer l'évolution après 10 années de la pêche dans les 4.865 ha du lagon de l'île. Elle aboutit à une estimation de 83 t/an (± 29 t) de poisson pêché par les pêcheurs professionnels ou occasionnels, soit une production de 10 à 22 kg/ha/an. Cette production semble en hausse par rapport à l'enquête de 1992, qui estimait une production de 60 t/an (7-14 kg/ha.an). Le prix des poissons a peu évolué au cours des 10 années, entre 1.500 et 2.000 F par tui de 3 kg. Il en résulte un revenu global de la pêche lagonaire à Moorea estimé à 39 millions de F CFP (25 millions en 1992). Le revenu moyen des pêcheurs professionnels est d'environ 130.000 F CFP par mois. Le complément de revenu obtenu par les pêcheurs occasionnels est de l'ordre de 52.000 F CFP par mois.

Selon Yonger (2002) :

- 22% des résidents de Moorea dépendent directement de la pêche
- 57 % déclarent pêcher dans le lagon
- 7 % retirent de la pêche un revenu monétaire complémentaire
- La consommation de poisson par ménage à Moorea est estimée à 1.120 t par an, la quasi totalité étant puisée dans le lagon. Près de 60 % n'entre pas dans le circuit monétarisé.

A l'époque de ces enquêtes, l'île ne comptait que 35 pêcheurs professionnels travaillant dans le lagon. Mais on notait près de 4.000 pêcheurs sur le lagon durant les week-ends. Depuis, l'action menée par la CAPL pour mieux encadrer l'activité économique s'est renforcée. On recense aujourd'hui une soixantaine de titulaires de cartes à Moorea. La plupart sont des professionnels à plein temps, mais certains ont toutefois une autre activité en complément. Les données officielles de prise restent largement sous-estimées, du fait de l'existence de quelques pêcheurs sans carte, mais surtout du fait d'une fréquente sous déclaration des prises par les pêcheurs homologués qui doivent remplir des feuilles de capture. On notera que dans les diverses enquêtes de terrain réalisées, l'incidence d'un mauvais assainissement sur la production n'est jamais mentionnée. La responsable du Service de la Pêche à Moorea remarque que l'assainissement des eaux usées n'est pas un sujet qui mobilise les pêcheurs, ou qui se discute au sein de leurs associations. A son avis, la recrudescence d'une petite agriculture intensive (production d'ananas) sur les pentes du littoral, à grand renfort d'engrais et de pesticides, constitue une menace bien supérieure pour la qualité des eaux du lagon.



Photo 9 - Pêche à la nasse aux Tuamotu

b) La pêche lagonaire professionnelle

Au 31 décembre 2007, la chambre de l'agriculture et de la pêche lagonaire (CAPL) a délivré 3.275 cartes à des personnes ayant la pêche lagonaire pour activité principale ou unique. Tahiti représente 54% de l'ensemble. Récemment (février 2008), la durée de validité des nouvelles cartes a été portée de 2 à 5 ans.

Le registre de la chambre de l'agriculture et de la pêche lagonaire (CAPL) recensait 1.086 pêcheurs professionnels au début de l'année 2004 (selon le critère d'une production minimale de 2,5 tonnes/an par pêcheur, collecte de coquillages non comprise).

Le véritable effectif des pêcheurs professionnels qui tirent l'essentiel de leurs revenus de la pêche lagonaire est probablement 2 à 3 fois supérieur, dans la mesure où ce registre ne tient compte que des demandes volontaires et ne constitue pas un recensement exhaustif.

De nombreuses associations et coopératives localisées dans les différentes communes, comprennent des pêcheurs lagonaires dans leurs rangs, et actuellement on compte 3 syndicats s'occupant des pêcheurs lagonaires :

- ✓ Le syndicat «Eimeho tautai» de Moorea,
- ✓ Le syndicat «Te aito te moana» de Tahiti
- ✓ Le syndicat «Ravaai rau» des armateurs pêcheurs professionnels hauturiers et lagonaires basé à Tahiti.

Selon Vieux (2002), le pêcheur professionnel (de Moorea) a environ 35 ans. Il possède généralement une pirogue à moteur et pêche essentiellement au fusil, parfois à la ligne et très rarement au filet. Il a sa carte de pêcheur lagonaire délivrée par la CAPL.

Il se distingue du pêcheur occasionnel qui va en moyenne 2 fois par semaine et parfois plus à la bonne saison. Ce dernier pêche exclusivement au fusil à Moorea. Il n'a pas de carte de pêche. Cette activité n'est qu'un complément de revenu ou tout simplement un loisir. On y rencontre des employés de tous les secteurs économiques, du tourisme, du bâtiment, des pêcheurs au large, des agriculteurs. Les données issues des fiches de pêche remplies par des pêcheurs professionnels permettent d'avoir un aperçu des pêcheries de l'archipel de la Société, même si il est établi que ces données « officielles » ne représentent qu'une part limitée de l'activité totale.

Aux Iles du Vent, 229 pêcheurs ont pêché 270 tonnes, et aux Iles sous le Vent 130 pêcheurs ont pêché 112 tonnes de produits. Les captures en milieu lagonaire dominent logiquement et ont concerné respectivement 248 et 95 tonnes (les produits complémentaires sont constitués d'espèces du large ou de rivière). Elles se composent de poissons typiquement lagonaires mais aussi de petits pélagiques tels que les ature et operu, qui viennent dans les lagons à certaines périodes de l'année.

L'évolution des quantités de poissons lagonaires commercialisées dans les 3 marchés municipaux de Papeete, Uturoa et Pirae au cours des 20 dernières années montre une décroissance régulière des quantités de poissons de lagon qui passent de 1.400 tonnes en 1984 à moins de 300 tonnes en 2003. Il en est de même pour les « autres produits » constitués de crustacés (langouste, crabe, chevrete) et de mollusques (pahua, maoa). Les petits pélagiques se sont quant à eux bien maintenus dans le temps.

6.2.2. Valorisation de la pêche lagonaire

Selon l'ISPF, le prix moyen du kg de poisson lagonaire était de 820 F CFP/kg en 2007. Ce prix moyen ne contredit pas le résultats des enquêtes menées à Moorea, qui note une stabilité du prix variant de 1.500 à 2.000 F CFP pour un tui de 3 kg sur les marchés informels de l'île.

Vieux (2002) estime la valeur de la pêche lagonaire à Moorea à 39 millions de F CFP. Il faut ajouter l'activité de la ferme aquacole qui utilise l'eau du lagon pour alimenter 2 ha de bassins destinés à la production de crevettes (12 à 15 t/an). Cette unité vend sa production à 2.300 F CFP par kilo, ce qui lui assure un chiffre d'affaires annuel de 30 millions, et une valeur ajoutée de l'ordre de 27 millions. Pour l'ensemble du Territoire, On estimera que la valeur totale départ producteur de la pêche lagonaire est de l'ordre de 3,5 milliards de F CFP par an, dont 2 milliards faisant l'objet d'échanges marchands. Une dizaine de milliers de personnes vivent plus ou moins directement de la pêche lagonaire.

La pêche lagonaire a donc un poids économique relativement modeste dans la création de valeur ajoutée de la Polynésie française, mais elle a un impact fort sur le plan social (source de protéines pour la population pauvre) et sur le plan culturel (élément fondamental de la culture polynésienne).

6.2.3. Incidence de l'assainissement

Les carences d'assainissement ne sont pas vécues comme une menace par les pêcheurs lagonaire professionnels, qui restent peu concernés par le sujet.

On exceptera de l'analyse le cas du lagon qui baigne l'agglomération de Papeete. Celui-ci est suffisamment pollué pour que la qualité du poisson qui y est pêché soit systématiquement suspicieuse. Mais y-a t'il un sens à vouloir promouvoir une pêche commerciale dans un lagon qui reçoit les eaux d'une ville de 100.000 habitants, quelle que soit la performance des mesures de protection sanitaire et la qualité des infrastructures d'assainissement qui aient pu être mises en place ? La problématique de la pêche lagonaire aux alentours de la zone urbaine de Papeete ne peut s'intégrer que dans une dimension de pêche de loisir, et non dans celle d'une activité économique directement productive. Elle se rattache donc à la qualité de vie de la population urbaine, qui est abordée plus loin. On considérera donc ici que l'impact des carences d'assainissement sur la pêche lagonaire, en tant qu'activité productive, reste marginale.

Revue bibliographique

Valorisation de la pêche récréative

L'Agence de l'Eau Seine Normandie estime que les 450.000 pêcheurs amateurs qui pratiquent sur son bassin dépensent en moyenne 242 €/an pour pratiquer leur passion. L'étude des coûts d'usage (méthode des coûts de transport) indique une CAP de 24 à 61 €/ jour de pêche. Les évaluations contingentes réalisées auprès des pêcheurs dans le cadre de projets d'amélioration de la qualité des rivières varient de 7 à 20 €/ pêcheur / an.

Diverses études ont été réalisées récemment pour valoriser la pêche récréative, qui constitue dans de nombreux lieux, comme en Polynésie, une composante importante des potentialités de tourisme et loisir.

Leon et al. (2003) ont estimé les avantages que la pêche au gros procure aux touristes internationaux à la Grande Canarie (Espagne). Les valeurs moyennes obtenues à la suite des enquêtes de CAP réalisées indiquent 72,85 € pour la valeur d'usage de la pêche au gros, et 56,87 € pour la valeur de protection (« existence » et « option ») de la biomasse du stock. Ces avantages sont importants au regard des recettes du tourisme local.³⁶

Johnston et al. (2006) ont réalisé une méta-analyse sur un échantillon de 48 études de consentement à payer (CAP) marginal pour la pêche récréative en Amérique du Nord. Les résultats témoignent d'un fort degré d'homogénéité des préférences. Les valeurs marginales oscillent entre 2,19 et 2,36 US\$ par poisson pour les truites et saumon, et sont de 1,78 US\$ pour les bars.

(36) Cité dans OCDE (2008), p 192

(37) L'exemple de Hiva Oa (3.5.3) montre toutefois l'existence d'une interface entre production d'eau et assainissement dans certains cas isolés, où le captage actuel de l'eau est situé trop près des zones habitées.

6.3. Impacts sur la production d'eau potable

Comme il a été vu plus haut (3.5.2), la relation entre assainissement et production d'eau potable se restreint essentiellement aux atolls. Dans les îles hautes, la production d'eau potable est généralement réalisée dans la partie haute des îles, en amont des zones habitées.³⁷ Dans les atolls, par contre, la seule ressource d'eau douce disponible vient de la nappe phréatique qui constitue une lentille d'eau douce. La solution de l'assainissement individuel via fosses septiques, même si elle est correctement réalisée, ne permet pas de garantir la non-contamination de la précieuse nappe superficielle. Dans ce cadre, le concept de « non-assainissement » à prendre en compte correspond à une absence de solution collective avec réseau de collecte et envoi en mer des effluents plus ou moins traités, par rapport à une solution incorporant un assainissement individuel avec fosses.

Pour essayer de quantifier l'impact économique de ce « non-assainissement », on se basera sur l'idée que tout volume d'eau qui peut être obtenu depuis la nappe non polluée est autant de m³ qu'il n'y a pas besoin de produire au moyen de procédés onéreux. Une fois épuisées les maigres ressources liées à la gestion de citernes d'eau de pluie (solution précaire et limitée), le dessalement constitue la seule solution envisageable pour compléter la demande en eau potable de la population et des activités touristiques.

Ainsi, le coût marginal d'un m³ d'eau douce disponible correspond au coût du dessalement. Ce dernier est délicat à estimer, car les technologies de dessalement évoluent rapidement, avec un coût moyen de production qui s'est fortement réduit au cours des dernières années. De plus, ce coût dépend beaucoup du prix de l'énergie et de la taille des unités. On considérera toutefois qu'il n'est guère envisageable à moyen terme d'obtenir de l'eau potabilisée par dessalement à moins de 150 F/m³ (amortissement + opération) dans les conditions spécifiques des zones de peuplement des Tuamotu.

L'autre grande question est d'estimer le volume d'eau qui pourrait être exploité des lentilles si celles-ci n'étaient pas polluées.

En l'absence de données précises à ce sujet, on estimera que cette quantité est de l'ordre de 600.000 m³ par an, ce qui correspond environ :

- ✓ A une estimation grossière de ce que la population des Tuamotu utilise actuellement des nappes disponibles, malgré la pollution existante
- ✓ A environ la moitié des besoins potentiels de la population et des activités économiques concernées, si leur consommation n'était pas bridée par la carence de l'offre.

TABLEAU 36 - Impact du non assainissement sur la production d'eau potable dans les atolls

HYPOTHÈSES DE CALCUL ET ESTIMATIONS		
PARAMÈTRE	ESTIMATION	COMMENTAIRE
Prix marginal de l'eau douce disponible	150 F/m ³	Coût estimé de l'alternative dessalement
Population concernée	15.000 habitants Grands hôtels : 520 PAX Petits hôtels : 960 PAX	Estimation de la population résidant en zones villageoise dans les atolls
Demande en eau (non contrainte)	Population : 110 l/hab.j Grands hôtels : 480 l/PAX.j Petits hôtels : 250 l/PAX.j	Estimation
Demande en eau douce	1,1 Mm ³ /an	Considérant un rendement de distribution de 70 %
Volume d'eau exploitable dans les lentilles	600.000 m ³ /an	Hypothèse à consolider
VALEUR DE L'IMPACT	90 M F CFP PAR AN	ORDRE DE GRANDEUR À ± 50 %

Il ressort de cette analyse une estimation de l'impact du « non assainissement » sur la production d'eau potable de l'ordre de 90 M F CFP par an.

Impacts sur le cadre de vie

7.1. Impacts sur la santé publique

7.1.1. Approche générale

a) Assainissement et santé publique dans le monde

Selon un récent rapport de l'OMS (Prüss Ustin, 2006), jusqu'à 24% des maladies dans le monde sont causées par des expositions environnementales qui peuvent être évitées.

Parmi ces maladies d'origine environnementale, les infections diarrhéiques occupent la première place. Elles peuvent être provoquées par des bactéries (choléra, typhoïde, colibacille *E. coli*, shigellose ou dysenterie bacillaire, etc.) ou des parasites (protozoaires cryptosporidiose). Le plus grand risque résulte de l'ingestion d'eau contaminée, mais la pollution fécale affecte aussi la qualité des eaux de baignade. De nombreuses études ont montré que l'exposition à des eaux récréationnelles contaminées conduit à divers types d'infections, des gastro-entérites, des maladies respiratoires, des infections des yeux, de la peau, des oreilles. (OMS, 2003).

On estime qu'ainsi 88 % des maladies diarrhéiques sont attribuables à la qualité de l'eau, résultant d'une insuffisante potabilisation des eaux, de mauvaises conditions sanitaires ou d'hygiène. L'impact de ces facteurs se traduit au niveau mondial par 58 millions de DALY par an, dont 1,5 millions de décès directs.

Gagnon (2007) cite par ailleurs que 3 % de toutes les morts et 4,4 % de tous les DALYs sont à attribuer aux mauvaises conditions de WSH (Water, Sanitation and Hygiene), conduisant à des maladies diarrhéiques, des schistosomias, des trachomes et des infections intestinales parasitaires.

Nombre d'études ont été réalisées sur l'impact des diverses conditions d'accès à l'eau potable, l'assainissement et l'hygiène sur la santé.

Esrey et al. (1991) ont recensé toutes les études qu'ils ont pu identifier, pour en tirer des conclusions sur la réduction de la morbidité liée aux maladies diarrhéiques à la suite d'amélioration des conditions d'eau, d'assainissement ou d'hygiène. L'étude montre une incidence de l'ordre de 22 à 36 % résultant de l'amélioration des conditions d'assainissement sur la morbidité diarrhéique.

TABLEAU 37 - Réduction de la morbidité liée aux maladies diarrhéiques grâce à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau, l'assainissement et/ou l'hygiène

INTERVENTION	TOUTES LES ÉTUDES RECENSÉES		ÉTUDES RIGOUREUSES	
	N° D'ÉTUDES	% DE RÉDUCTION DE LA MORBIDITÉ	N° D'ÉTUDES	% DE RÉDUCTION DE LA MORBIDITÉ
Eau et assainissement	7	20%	2	30%
Assainissement	11	22%	5	36%
Eau (qualité et quantité)	22	16%	2	17%
Eau (qualité)	7	17%	4	15%
Eau (quantité)	7	27%	5	20%
Hygiène	6	33%	6	33%

D'après Esrey et al. (1997)

Similairement, Fewtrell et al. (2004) trouvent un taux de réduction du même ordre (32 %) pour les actions de sanitation en pays en voie de développement à partir de l'analyse de 4 études de cas (Inde, Brésil, Lesotho, Philippines).

Encore faut-il faire attention au sens donné au terme assainissement (traduction approximative de l'anglais sanitation) dans ce type d'études. Il s'agit en général de projets de latrines améliorées qui se comparent avec une situation antérieure, dans des régions fortement sous-développées.

Très souvent, et en particulier dans les pays en voie de développement, les bénéfices totaux sont dominés par les économies de coût qui découlent de la réduction du temps nécessaire pour accéder à des services d'eau et d'assainissement adéquats. Selon l'institut tropical suisse (Hutton et Haller, 2004), ces économies représentent près de 90 % des estimations.

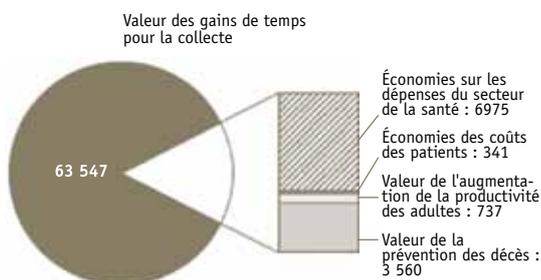
➤ Définition du DALY

Pour étudier l'état de santé de la population, les économistes ont défini une unité de mesure, le DALY (Disability-Adjusted Life Year) ou AVCI (année de vie ajustée par le facteur d'invalidité) dans sa traduction française. C'est une mesure du temps de vie perdu à cause de la maladie par rapport à un idéal de vie en bonne santé. Le DALY sert à quantifier les années perdues du fait d'une mort prématurée et celles vécues avec un handicap.

Il représente donc la perte d'un potentiel de production et de qualité de vie pour une population, en intégrant le nombre d'années perdues du fait de décès prématurés et le nombre d'années affectées par les maladies. Dans ce dernier cas, le nombre d'épisodes et leur durée moyenne sont rapportés à un coefficient de sévérité traduisant la gravité de la maladie pour la société. Ce coefficient varie de 0 à 1. Plus il est proche de 0, plus la maladie est bénigne.

Le nombre de DALY peut ensuite être monétarisé en considérant le PIB moyen par habitant et par an.

Figure 13 - Ventilation du coût de non réalisation des Objectifs du Millénaire relatifs à l'eau et à l'assainissement (en millions d'USD)



Source : Hutton et Haller (2004), repris dans OCDE (2008), p. 58

Assainissement et santé en France métropolitaine

Au cours des dix dernières années, dix épidémies d'origine hydrique ont été détectées et investiguées en France métropolitaine. Toutes se caractérisaient par une population exposée de grande taille (de 1.000 à 600.000 personnes), par un fort taux d'attaque et par un nombre importants de personnes infectées – plus d'un millier en moyenne à chaque épidémie. Au total, 9.000 personnes ont été touchées dont 70 ont dû être hospitalisées. Il s'agissait dans tous les cas d'épidémies de gastro-entérites aiguës mettant en cause une contamination fécale de l'eau.

Aucune épidémie d'origine hydrique impliquant d'autres agents pathogènes connus pour être transmissibles par l'eau comme le virus de l'hépatite A ou Shigella n'a été détectée au cours de cette période.

Pour trois épidémies sur cinq liées à la pollution de la ressource, un dysfonctionnement de la chloration a été mis en évidence ou fortement suspecté. Mais aussi près de la moitié des épidémies sont provoquées par des retours d'eau. Ce type d'événement est subordonné à l'existence de connexions entre le réseau d'eau potable et des eaux usées. (Therre, 2008).

En terme de traitement, la relation entre épuration et santé publique peut être mise en évidence par les études réalisées à la suite de dysfonctionnements de stations existantes. Ainsi, une épidémie de gastro-entérite a pu être bien documentée dans quatre communes de l'Isère, quand en 2002, de fortes pluies ont provoqué la fermeture de la station d'épuration et le renvoi d'effluents non traités dans la rivière, en amont du captage d'eau potable. 300 cas de gastro-entérite ont été enregistrés dans les jours qui ont suivi, sur une population totale de 4.000 habitants.

b) Hiérarchisation des causes des maladies d'origine hydrique

En matière de santé publique, il est donc délicat de séparer les impacts résultant de l'alimentation en eau, des autres formes de contact avec l'eau (baignades) et des carences d'assainissement, sous ses deux composantes qu'il convient de séparer nettement : l'évacuation des eaux usées et le traitement de ces eaux usées.

D'une manière générale, on peut dire que :

- ✓ L'impact le plus fort résulte de la potabilité de l'eau consommée
- ✓ Vient en second lieu la question de l'évacuation des eaux usées, depuis l'existence de toilettes ou de latrines (conditions d'hygiène à l'intérieur de l'habitation), jusqu'à la généralisation du tout-à-l'égout. Cette cause reste secondaire, du moins dans la mesure où la d'eaux usées non collectées ne vient pas affecter la cause précédente, en menaçant la potabilité de l'eau consommée, par pollution de la source ou infiltration dans les réseaux. Dans les zones desservies par un réseau d'eau potable, cela arrive si et seulement si l'alimentation en eau n'est pas continue. Les coupures entraînent alors une dépressurisation du réseau, qui permet l'entrée d'eaux parasites provenant de la nappe phréatique infectée.

2/3 d'impact pour l'eau potable, 1/3 pour l'assainissement

AESN (2007) cite une étude de l'OMS réalisée par extrapolation de l'observation de projets réels en Asie. En considérant une ville de 100.000 habitants, la réalisation d'une desserte en eau potable avec simple désinfection, apporte une réduction de 1.887 DALY / an. Le même projet, associé à la construction d'un système d'égouts, sans traitement, pour 30 % de la population, et un assainissement par fosse septique pour les 70 % restants, conduit à une réduction de 2.851 DALY par an (soit 964 DALY dus à l'assainissement).

- ✓ Les questions de traitement et de protection environnementale des milieux récepteurs sont certes importantes, mais ont une importance moindre en terme de santé publique, à moins qu'elles n'affectent à leur tour le premier sujet, c'est à dire qu'elles menacent la qualité de l'alimentation en eau potable. On est moins facilement et moins gravement malade en se baignant dans un lagon pollué qu'en ingérant de l'eau non potable ou en étant en contact direct avec des eaux vannes non diluées.

c) Impacts économiques des actions de réduction de la pollution hydrique

Beaucoup d'études de valorisation de l'impact de la pollution de l'eau sur la santé adoptent des méthodes de type analyse coûts-bénéfices. D'une manière générale, on observe que les bénéfices d'une politique de réduction de la pollution de l'eau sont supérieurs aux coûts lorsque l'eau est destinée à la potabilisation. Freeman (2002) cite par contre un certain nombre d'exemples où les coûts d'investissement ne se justifient pas uniquement par les bénéfices apportés en seuls termes de santé publique.

Ainsi, selon Hutton et Haller (2004), le ratio bénéfices/coûts du raccordement de tous les foyers dans le monde à un réseau de distribution d'eau et à un réseau d'assainissement ne serait que de 0,7 si l'on ne prenait en compte que les bénéfices sanitaires. Il serait de 3,7 si l'on considère les bénéfices totaux, et en particulier la monétarisation des gains de temps.

Le rapport de l'OCDE 2008 recense plusieurs études récentes réalisées dans les pays membres de l'OCDE. Les études strictement liées à l'eau de boisson n'ont pas été reprises dans le tableau suivant.

TABLEAU 38 - Evaluations de Bénéfices sanitaires liés à la réduction de la pollution de l'eau Evaluations citées par OCDE, 2008

SCÉNARIO ÉTUDIÉ	ÉTUDE	BÉNÉFICES DE L'INTERVENTION / COÛTS D'INACTIION DES POUVOIRS PUBLICS
Bénéfices sanitaires de l'amélioration de la qualité des eaux côtières à Estoril (Portugal)	Machado et Mourato (1999)	7.1-10.7 millions US\$ par an
Bénéfices sanitaires de l'amélioration de la qualité des eaux récréatives dans le sud-ouest de l'Écosse (UK)	Hanley et al. (2003)	1.3 millions £ par an
Bénéfices sanitaires de l'amélioration de la qualité des eaux récréatives dans la baie de Brest (France)	Le Goffe (1995)	33.23€ par foyer et par an
Coûts sanitaires liés à la pollution des eaux récréatives par des ruissellements urbain dans le comté d'Orange, Californie (USA)	Dwight et al. (2005)	3.3 millions US\$ par an
Coûts sanitaires de l'épidémie de cryptosporidiose à Milwaukee (USA)	Corso et al. (2003)	96.2 millions US\$ en 1993
Bénéfices sanitaires de l'amélioration de la qualité d'eau potable aux USA	US EP (2006)	130 millions-2.0 milliards US\$
Amélioration de la qualité des eaux à usage récréatif au Royaume-Uni	Georgiou et al. (2005)	Réduc. 25 % des maladies : 11.9 Mds £ Réduc. de 100 % : 22.8 Mds £ sur 25 ans
Amélioration de la qualité des eaux à usage récréatif aux Pays-Bas	Brouwer et Bronda (2005)	2.4 milliards € sur 20 ans

Source : OCDE 2008, p.56

7.1.2. Pathologies liées à l'eau en Polynésie française

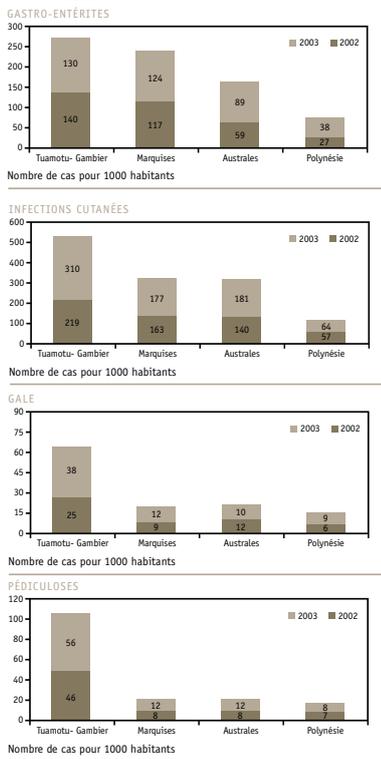
Les indicateurs de mortalité du Territoire témoignent indirectement de la qualité du niveau sanitaire et de santé de la population. En 2002, le taux de mortalité et le taux de mortalité infantile étaient respectivement de 4,5 et 6,5 pour mille habitants.

Les principales pathologies liées à l'environnement sont les diarrhées et la leptospirose, toutes deux liées à la qualité de l'eau de consommation ou de baignade, la dengue et la filariose, transmises par des moustiques, et la ciguatera, liée à la consommation de poissons.

Aucune étude épidémiologique d'envergure n'a été conduite à l'échelle de la Polynésie française au sujet d'une éventuelle corrélation entre mauvaise qualité de l'eau et fréquence des maladies hydriques. Pourtant les incidents de santé liés à l'eau ne sont pas rares et les pathologies liées à la qualité des eaux de consommation ou aux carences d'assainissement sont encore nombreuses.

- ✓ Des morts à Hao (problème dans une citerne en 2003) et à Napuka (2 morts)
- ✓ Une épidémie d'amibiase à Rikitea en 2005
- ✓ Des salmonelles dans les adductions d'eau à Raiatea et Moorea (2006), Tairapu Est (2007).
- ✓ L'étude réalisée par Mouchard Rachet (2008) trace une situation alarmante de l'incidence des maladies d'origine hydrique dans les Tuamotu, où la population présente 4 fois plus de diarrhées et d'infections cutanées que l'ensemble des polynésiens. (voir Figure 14)
- ✓ Dans certaines îles des Marquises, les responsables locaux de l'hygiène évoquent même des cas de leptospirose et de dengue, dont la survenue témoigne d'une hygiène de l'eau très insuffisante : en amont de la consommation de l'eau (non désinfection de l'eau distribuée) comme en aval (eaux usées non évacuées correctement, et donc stagnantes).

FIGURE 14 - Incidence de quelques affections d'origine hydrique en Polynésie française



Mouchard-Rachet, Annie (2008) - Amélioration de l'hygiène générale dans l'archipel des Tuamotu- Gambier - Direction de la Santé, Subdivision des Tuamotu-Gambier, Cellule de promotion de la santé

a) Diarrhées

Les infections diarrhéiques constituent le type le plus courant de maladies d'origine hydriques en Polynésie française. D'une manière générale, les maladies diarrhéiques observées en Polynésie française ne sont pas mortelles. En moyenne, l'événement pathologique dure 5 jours pour un enfant de moins de 5 ans, et 2 jours pour les autres.

Selon les statistiques de santé publique, le nombre de diarrhées reste conséquent (6.000 en moyenne sur la période 2000-2005), même si leur occurrence est en baisse. Ainsi, le taux d'hospitalisation pour diarrhées est 9 fois moindre en 2004 qu'en 1970. La situation est cependant très variable suivant les archipels. Les cas de gastro-entérite restent particulièrement élevés dans les Tuamotu et les Marquises.

Toutefois la comparaison de la situation aux Tuamotu avec la moyenne du pays doit être tempérée, car les chiffres disponibles ne prennent en compte que les soins donnés dans les établissements publics. Ils correspondent à la quasi-totalité des soins pour les archipels éloignés (où il y a très peu de médecine libérale), alors qu'ils ne représentent qu'une partie des soins à Tahiti et aux Iles sous le Vent, où le secteur libéral est plus développé.

De plus, une grande partie des cas est soignée par auto médication. On peut estimer que moins d'un tiers des cas se traduit par une consultation auprès des services médicaux.

De sorte que le nombre réel d'infections diarrhéiques de type gastro-entérite est probablement très supérieur aux statistiques officielles. On retiendra l'hypothèse d'un rapport de un à trois, ce qui conduit à une incidence réelle de l'ordre de 18.000 cas par an.

b) Maladies liées au vecteur des moustiques

La **dengue**, transmise par la piqûre d'un moustique, est présente dans toute la zone intertropicale où son extension géographique et l'augmentation simultanée de sa létalité sont préoccupantes. Le virus qui circule en Polynésie française depuis l'épidémie de 2001 est à l'origine d'une recrudescence du nombre de cas depuis début 2006. Le virus a peu évolué sur la période et même en l'absence de l'introduction d'un nouveau sérotype, on assiste à une résurgence de la dengue (DEN-1). La situation actuelle est tout particulièrement propice à l'implantation d'un autre sérotype.

La **filariose** est également transmise par des moustiques. Au terme de 7 ans de programme d'éradication, la prévalence exacte de la filariose n'a toujours pas été évaluée. Mais les rares données disponibles, indiquent que le taux de couverture en terme d'absorption des comprimés est encore insuffisant et ne permet pas de passer en dessous du seuil de 1% de parasitisme chez l'homme, qui est l'objectif d'élimination. Il reste aujourd'hui difficile d'expliquer la stagnation des résultats après 50 ans de lutte avec des stratégies coordonnées (lutte antivectorielle, chimioprophylaxie et éducation sanitaire). La filariose reste donc un problème de santé publique dont l'éradication reste une priorité.

En Polynésie française, on dénombre 2 genres de moustiques dangereux ou nuisibles :

- ✓ Les moustiques du genre Culex (plusieurs espèces) qui piquent les humains la nuit mais ne transmettent pas a priori de maladies sur le territoire polynésien, alors qu'ils peuvent être vecteurs dans d'autres régions du monde (continent Africain notamment)
- ✓ Les moustiques du genre Aedes, qui piquent pendant la journée, présentent 2 espèces : Aedes polynesiensis et Aedes aegypti, toutes deux susceptibles de transmettre des maladies en Polynésie française:
 - ✓ Aedes aegypti transmet la dengue et d'autres arboviroses, maladies pour lesquelles il n'existe ni traitement ni vaccin
 - ✓ Aedes polynesiensis transmet la filariose lymphatique (filaire de Bancroft), et potentiellement la dengue et les arboviroses.

La filariose est endémique en Polynésie française, mais actuellement en cours d'éradication.

Les moustiques du genre *Aedes* sont donc de loin les plus préoccupants pour la santé publique car d'une part ils transmettent des maladies et d'autre part ils piquent la journée, ce qui réduit les moyens de lutte (par l'emploi de moustiquaire, notamment). Parmi les maladies qu'ils transmettent, la dengue est la plus redoutée. Cette maladie connaît périodiquement de nouveaux cas importés des régions voisines, notamment de Nouvelle Calédonie. Ainsi cette île présente actuellement des cas de dengue de type 4 dont l'arrivée possible en Polynésie française inquiète fortement les autorités sanitaires. Il est également notable que les *Aedes* de Polynésie française peuvent selon toute vraisemblance transmettre le virus du Chikungunya, l'*A. aegyptii* étant le vecteur de cette maladie en Indonésie.

Les deux genres de moustiques pondent dans les eaux calmes mais ont des préférences différentes quant à leurs gîtes de reproduction. Les *Culex* pondent préférentiellement dans les eaux sales, dans des flaques de grandes dimensions éventuellement exposées au vent alors que les *Aedes* préfèrent les eaux propres, à l'abri du vent et sont susceptibles de déposer leurs œufs dans des points d'eau de surface très réduite telles qu'une coquille d'escargot. Leurs lieux de ponte de prédilection sont les petits récipients tels que les emballages (boîtes de conserve) laissés sur le sol, les pneus abandonnés, les coupelles placées sous les pots de fleurs, et pour l'*A. polynesiensis*, les terriers de crabes de terre. Ils sont donc tout à fait adaptés au milieu urbain, surtout dans les quartiers, encore nombreux, où la collecte des déchets laisse à désirer. Par contre, les *Aedes* ne se déplacent que sur de très courtes distances (50 à 100 m) autour de leur site d'éclosion ce qui rend leur nuisance proportionnelle à la densité des gîtes potentiels de reproduction, et augmente la difficulté des opérations d'éradication par pulvérisation. L'éradication de cet insecte vecteur passe a priori par des méthodes de lutte biologique (moustiques modifiés par bactéries endosymbiotiques) sur lesquelles travaille activement l'Institut Louis Malardé (et l'Institut Pasteur en Nouvelle-Calédonie).

De manière surprenante, d'après le département de Lutte antivectorielle du CHSP, les recommandations techniques courantes en matière d'évacuation des eaux pluviales, en particulier la mise en place de gouttières le long des toits et de caniveaux le long des routes, favorisent la multiplication des *Aedes*. Ces moustiques pondent en effet dans les petites zones de stagnation des eaux provoquées par des feuilles dans les gouttières ou des points bas dans les caniveaux. Il est cependant difficile de comparer ces effets négatifs avec ceux de la non-intervention en matière d'assainissement pluvial sur la prolifération de ces vecteurs. Les fosses septiques sous-utilisées (ou surdimensionnées) dans lesquelles les eaux ne seraient que faiblement polluées, pourraient également servir à la reproduction des *Aedes*. A ce sujet, le département de lutte antivectorielle signale des fosses septiques non ou mal comblées abandonnées au sein des parcelles d'habitation suite à la connexion à un égout public, qui pourraient constituer de « bons » gîtes de reproduction pour les *Aedes*.

En dehors des moustiques, il existe également en Polynésie française des moucherons piqueurs appelés génériquement « nonos », bien connus des résidents et des touristes. Bien que non vecteurs directs de maladies, les piqûres de ces moucherons sont doulou-

reuses et provoquent de fortes démangeaisons, et donc des risques d'infections par « grattage », susceptibles de laisser des traces permanente sur la peau. Les « nonos » regroupent en fait 5 espèces, dont 2 espèces de simulies (*Simulium buissoni* et *S. sechani*), endémiques des îles Marquises et 3 espèces de Céatopogorides : *Leptoconops albiventris* (« nono » blanc des plages), présent aux Marquises, *Culicoïdes belkini* (« nono » des marécages) présent dans les archipels de la Société et des Tuamotu., *Culicoïdes insulanus* (« nono » des fonds de vallées) présent sur presque toutes îles hautes. Ces insectes se reproduisent dans les zones insalubres où la nappe est sub-affleurante, et peuvent se déplacer de plus de 1,5 km de leur lieu d'éclosion. Le recours aux insecticides, particulièrement efficaces sur les larves, peut a priori permettre une bonne maîtrise des populations de moucherons.

En conclusion, l'amélioration de l'assainissement pluvial pourrait avoir un rôle positif dans la diminution des nuisances liées aux insectes piqueurs non vecteurs de maladies par élimination des gîtes de reproduction. L'impact sur les populations d'*Aedes*, seuls moustiques vecteurs de maladies, est beaucoup moins évident, étant donné l'écologie particulière de ces insectes. Les autorités sanitaires soulèvent la nécessité de traiter (comblé) les fosses septiques abandonnées suite à la connexion à un égout.

c) Leptospirose

La leptospirose est une zoonose largement répandue dans le monde, due à une bactérie. Ses principaux réservoirs sont les rongeurs, en particulier les rats. En Polynésie française, c'est une maladie infectieuse de caractère endémique tout au long de l'année, dont l'incidence annuelle peut être estimée entre 150 et 200 cas pour 100 000 habitants. Coudert (2007) note pour 2005 un taux d'incidence de 1,8/1000 à Raiatea et de 1,5/1000 aux Marquises. Ces chiffres sont 150 à 200 fois plus élevés que dans les pays industrialisés et plus importants que dans les autres collectivités de l'outre-mer. De plus, étant donnée la difficulté du diagnostic, notamment dans les îles éloignées de Tahiti, cette maladie atteint fréquemment une évolution sévère nécessitant l'évacuation urgente des patients. En moyenne 4 décès sont enregistrés tous les ans pour l'ensemble du Territoire. L'incidence semble stable avec une légère augmentation dans le temps.

Le vecteur principale est l'urine des rats. C'est donc surtout la gestion des déchets solides qui est en général à incriminer. Toutefois, une étude récente montre que la baignade en eau douce est le facteur de risque principal en Polynésie française.

L'impact du non-assainissement sur l'incidence de leptospirose est donc limité. Il est toutefois à relier à la pollution des nappes phréatiques sous les zones habitées, et au manque de réseaux d'évacuation des eaux sales, qui favorise la présence de rats et le contact de l'homme avec les déjections de l'animal.

d) Ciguatera

La ciguatera est une intoxication liée à l'ingestion de poissons récifaux en bon état de conservation, même après cuisson ou congélation. Elle se traduit par l'apparition de symptômes neurologiques, gastro-entériques, cardio-vasculaires et ostéo-musculaires. Elle n'est généralement pas mortelle mais très invalidante car les symptômes peuvent durer plusieurs semaines à plusieurs mois,

et présente ainsi un important coût socio-économique. Encore aujourd'hui, le traitement de cette intoxication est uniquement symptomatique.

En Polynésie française, la ciguatera est provoquée par des neurotoxines (« ciguatoxines ») secrétées par des algues microscopiques (dinoflagellés du genre *Gambierdiscus*) découverte en 1977 à proximité des îles Gambier par R. Bagnis et ses collaborateurs de l'Institut Louis Malardé. Les micro-algues *Gambierdiscus* présentent une mobilité réduite et vivent préférentiellement en mode épiphyte, à la surface de macro-algues proliférant sur substrat calcaire, en particulier sur les squelettes des coraux morts. Ainsi, les poissons herbivores qui ingèrent les micro-algues en broutant les macro-algues se chargent en ciguatoxines, auxquelles ils sont immunisés. Ces toxines peuvent ensuite s'accumuler dans la chaîne alimentaire jusqu'aux grands poissons carnivores, mais il semble qu'en Polynésie française, les cas de ciguatera sont également liés à l'ingestion de poissons herbivores tels que les poissons perroquets et chirurgiens. D'une manière générale, les poissons pélagiques du large ne sont pas ciguateriques.

La ciguatera est connue pour n'être présente que sur certaines zones « toxigènes » de fond marins de faible étendue. Les études montrent cependant que si ces zones toxigènes existent, elles sont plus étendues que ne le dit la croyance populaire.

Répandue sur tous les archipels de Polynésie française, la ciguatera a connu de véritables flambées dans les années 1970 aux Marquises et aux Gambier et reste actuellement un problème de santé publique. Une étude rétrospective portant sur le nombre de cas enregistrés en Polynésie française de 1992 à 2001 indique que ce dernier reste relativement stable, mais qu'il varie de manière importante selon les archipels, les Marquises et les Australes ayant l'incidence la plus élevée. L'incidence annuelle en Polynésie française se situe aux alentours de 800 cas par an. Ces chiffres sont peut-être sous-estimés depuis 2000. (Gabrié et al., 2007)

Comme il a été dit plus haut, les coraux morts constituent un excellent substrat pour la croissance des macro-algues sur lesquelles se développent les *Gambierdiscus*. Par conséquence, toute cause provoquant la mort des coraux favorise la survenue de cas de ciguatera. Ainsi, la ciguatera peut être interprétée comme le témoignage à l'homme de la souffrance et de la réaction d'un récif corallien agressé (PNUE, 1991).

Plus récemment (2002, d'après le site de l'Institut Louis Malardé), des cas d'intoxication liés à des toxines de cyanobactéries présentes dans certains mollusques comestibles (bénitiers) ont été également mis en évidence. Les connaissances sont cependant encore assez limitées sur ce phénomène. Quoiqu'il en soit, encore une fois les apports d'eaux usées, contenant notamment des phosphates, sont également connus pour favoriser la croissance des cyanobactéries.

L'impact de la ciguatera sur l'économie polynésienne peut être constaté selon deux axes :

- ✓ D'une part l'incidence réelle de la maladie cause certainement plusieurs milliers de jours de travail perdus, que l'on peut estimer entre 3.000 et 5.000 DALYs.
- ✓ D'autre part, la crainte de la maladie affecte la demande de poissons lagonaire, et réduit en conséquence le poids économique de la pêche (commerciale ou non), alors que la consommation de poissons des lagons constitue traditionnellement une importante source de protéines à coût modeste. A Punaauia, mais aussi à Moorea, diverses personnes interrogées déclarent se méfier du poisson provenant du lagon proche, à cause de la ciguatera, qui y serait plus persistante qu'ailleurs. Même si aucune mesure scientifique ne vient corroborer (ni d'ailleurs infirmer) le fait, toute une connaissance ou croyance populaire s'est développée sur l'existence de foyers de ciguatera dans certaines parties des lagons. Il en

résulte qu'une partie de la population préfère acheter du poisson venant d'ailleurs ou aller le pêcher plus loin, ce qui tend à renchérir le coût économique dans les deux cas.

Cependant, il convient de conclure ce paragraphe en rappelant que la ciguatera n'est pas essentiellement, ni originellement, liée au non-assainissement. La contribution du rejet d'eaux usées n'est généralement pas évoquée dans la littérature (Gabrié, 2007 ; PNUE, 1991). Tout juste peut-on logiquement suspecter que les carences d'assainissement, ne font que favoriser les conditions nécessaires au développement de la ciguatera, en particulier sur le lagon de Paapeete, en facilitant par une certaine eutrophisation la prolifération des algues porteuses de ciguatoxines, et en ralentissant la reconquête sur les coraux morts (voir 5.6).

e) Pathologies liées aux métaux lourds

La présence de métaux lourds, et surtout de mercure, dans les eaux de consommation est aussi nuisible pour la santé publique. La principale source de méthylmercure est d'origine alimentaire, liée à la consommation de poissons, composante très importante de l'alimentation des polynésiens. Les résultats d'une étude récente chez les femmes polynésiennes enceintes montrent que 38% d'entre elles présentent une exposition prénatale trop importante. Mais l'origine mercurique est essentiellement tellurique. Il n'y a pas d'évidence d'une influence du non-assainissement sur la recrudescence de pathologies liées aux métaux lourds en Polynésie française.

7.1.3. L'incidence de l'eau non potable

On conclura de ce qui précède qu'en Polynésie française, les infections diarrhéiques représentent la principale pathologie qui puisse être reliée aux conditions d'assainissement. Mais le non-assainissement n'en est pas la seule cause. Comme il a été observé plus haut, la non-potabilité de l'eau desservie est une cause en général plus sensible que les carences d'assainissement.

Les données sur la potabilité des eaux destinées à la consommation humaine distribuées par les réseaux, fontaines et citernes à usage collectif, publiées chaque année par le CHSP dans son Rapport Annuel, sont fondamentales car elles permettent d'approcher la qualité du service de l'eau dans les communes.

Avec les données du Tableau 39, on ne peut ignorer la faible potabilité qui caractérise l'eau distribuée dans la plupart des communes, où des progrès considérables restent à faire dans ce domaine. De plus, rien n'est définitivement acquis, car la situation peut se dégrader gravement d'une année sur l'autre comme ce fut le cas récemment à Huahine où la potabilité de l'eau est, selon les données du CHSP, passée de 100 % en 2006 à 44 % en 2007.

- ✓ Rares sont les communes où le degré de potabilité est supérieur à 80 % : même sur l'île de Tahiti, la potabilité est faible (de 50 à 60 % à Punaauia et Paea) ou même nulle (à Mahina, par exemple). La qualité de l'eau fournie par le réseau n'est donc pas fiable.
 - ✓ Hormis à Bora Bora (où la potabilité est proche de 100 %), on peut dire que l'eau n'est jamais potable dans les îles Sous le Vent et Marquises. En effet, la potabilité de l'eau ne dépasse pas 60 % dans aucune commune. Elle est voisine de 0 % dans plusieurs d'entre elles (Uturoa, Hiva Hoa, Nuku Hiva).
 - ✓ Dans les îles des Tuamotu-Gambier, l'eau n'est jamais potable. Dans les communes où il existe un réseau public de distribution d'eau, la potabilité de l'eau ne dépasse pas 50 % (quand elle peut être mesurée).
- Malheureusement les paramètres de mesure de la non potabilité dans les communes ne sont pas précisés dans le document du CHSP : s'agit-il de paramètres sanitaires, plus particulièrement microbiologiques, ou de paramètres physiques indésirables tels que la teneur en fer, le pH, la salinité, etc. (qui varient en fonction des saisons, et sont souvent en dehors des normes métropolitaines du fait de contextes géologiques différents) ?

Si la non-conformité était d'origine microbiologique, elle pourrait conduire à en déduire une contamination par les rejets d'eaux usées soit au niveau de la ressource d'eau brute (peu probable dans la plupart des cas, les captages étant éloignés des zones d'habitation et en amont), soit par retour d'eaux parasites souillées dans les réseaux.

TABLEAU 39 - Potabilité de l'eau, par commune, en 2007

COMMUNE	NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS EN 2007			TRAITEMENT DE L'EAU BRUTE	POTABILITÉ (% CONFORMES AUX NORMES)
	CHSP	COMMUNE	TOTAL		
ILES DU VENT					
Arue	18	86	104	2 réseaux désinfectés	99
Faaa	28	92	120	3 réseaux désinfectés 5 forages désinfectés	81
Mahina	6	0	6	1 réseau désinfecté forages non désinfectés	0
Paea	18	0	18	2 réseaux désinfectés 1 réseau non désinfecté	61
Papeete	16	63	79	2 réseaux désinfectés	100
Pirae	18	44	62	2 réseaux désinfectés	84
Punaauia	10	254	264	1 réseau + 1 forage désinfectés 6 forages non désinfectés	56
ILES SOUS LE VENT					
Bora-Bora	20	65	85	5 réseaux désinfectés	84
Tahaa	21	39	60	5 réseaux désinfectés	58
Taputapuataea	17	24	41	3 réseaux désinfectés	56
Tumaraa	11	13	24	2 réseaux désinfectés	25
Uturoa	15	0	15	3 réseaux non désinfectés	7
ILES MARQUISES					
Hiva-Oa	19	0	19	1 réseau désinfecté 7 réseaux non désinfectés	0
Nuku-Hiva	0	0	0	1 réseau désinfecté 6 réseaux non désinfectés	0
TUAMOTU-GAMBIER					
Fakarava	Pas de réseau				
Hao	0	7	7	1 réseau désinfecté	43
Napuka	Pas de réseau				
Rangiroa	Pas de réseau				
Takaroa	Pas de réseau				
Tatakoto	Pas de réseau				...

Source : Rapport sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine à Tahiti et dans les îles - Année 2007 - Ministère de la Santé, Direction de la Santé, CHSP, Mai 2008

7.1.4. L'incidence des déficiences d'assainissement

Peu d'indices permettent de visualiser l'incidence de l'assainissement sur les conditions de santé.

A Punaauia, on a observé que l'incidence de cas de diarrhée enregistrés au dispensaire municipal a significativement baissé depuis la mise en service du réseau d'assainissement. La moyenne observée en 2006-2007 est de 40 % inférieure à celle de 1999-2003.

TABLEAU 40 - Evolution des cas enregistrés au dispensaire de Punaauia

ANNÉE	DIARRHÉE	LEPTOSPIROSE
1999	75	0
2000	79	0
2001	92	0
2002	90	0
2003	83	0
2004	71	0
2005	34	0
2006	48	0
2007	54	0

MEAF (2008)

Il en est de même pour la diminution progressive des pathologies cutanées (particulièrement fortes), digestives et ORL chez les patients ayant consulté le dispensaire entre 1999 et 2007. Elle serait due à la mise en place du réseau d'assainissement collectif, mais également à une meilleure présence sanitaire. D'une manière générale, en termes d'épidémiologie, le CHSP signale que « même si les épidémies (par exemple de gastro-entérite ou d'amibiase) ne sont pas toujours directement liées à une absence d'assainissement efficace, il n'en reste pas moins que ces problèmes concourent à une situation sanitaire délicate qui favorise la survenue de ce type d'épidémie. » (MEAF, 2008).

7.1.5. Valorisation des impacts sur la santé publique

a) Aspects méthodologiques

La contamination des eaux par les rejets mal contrôlés d'eaux usées ou d'eaux pluviales polluées peut apporter trois types de problèmes : la pollution bactériologique menaçant la santé, la pollution inorganique soluble et la pollution consommatrice d'oxygène. D'un point de vue de santé publique, ce sont principalement les deux premiers types qui ont un effet. La contamination chimique

des eaux n'a un impact majeur sur la santé publique que lorsque l'eau contaminée est destinée à la potabilisation. Les principaux vecteurs polluants sont alors le plomb, l'arsenic, les nitrates et nitrites, le mercure et les pesticides.

Dans le cas présent, le risque sanitaire résulte essentiellement de la contamination par contact externe avec de l'eau polluée. On s'intéressera donc prioritairement à la pollution bactériologique, dont les maladies diarrhéiques constituent le principal effet.

La modélisation de l'impact de l'assainissement sur la santé se fait selon trois vecteurs : diminution de la mortalité, diminution de la morbidité et moindres dépenses de santé.

Le recours au DALY permet de quantifier à la fois les impacts de diminution de mortalité et de morbidité.

Le calcul du DALY

Le calcul du DALY repose sur de nombreuses hypothèses sujettes à controverses. Les hypothèses utilisées ici sont recommandées par l'OMS (Mathers et al., 2006), tels que repris par Germond (AFD, 2008) :

- ✓ Le DALY raisonnant par rapport à un idéal de bonne santé, les espérances de vie à la naissance utilisées sont les plus longues observées sur la planète, soit 80 ans pour les hommes et 82,5 ans pour les femmes ;
- ✓ Il existe une préférence sociale pour une année de vie en bonne santé maintenant plutôt que dans un an ; un taux d'escompte de 3% par an a été retenu pour tenir compte de cet effet ;
- ✓ Les coefficients de sévérité sont établis au niveau global et ne prennent pas en compte les variations culturelles ;
- ✓ Il existe une préférence sociale pour une année de vie à l'âge de jeune adulte ; les coefficients de pondération pour les différentes classes d'âge diffèrent donc pour en rendre compte cet effet.

Diverses études économétriques ont été réalisées pour évaluer les effets de la santé publique sur l'économie. Bloom, Canning et Sevilla (2001) aboutissent par exemple à la conclusion que l'allongement d'un an de l'espérance de vie contribue à une augmentation de 4 % de la production, à partir du traitement de données provenant de 104 pays. D'autres études cherchent à établir des tableaux de DALY pour les principales maladies, en prenant en compte un taux de sévérité (disability weight) traduisant l'importance qu'attache la société à une maladie donnée.

En ce qui concerne les maladies diarrhéiques, on retrouve fréquemment dans la littérature une valeur moyenne de 0,105 DALY par épisode diarrhéique, sans que les sources qui auraient permis d'établir cette valeur soient bien claires.

b) Application à la Polynésie française

Pour évaluer le coût économique du « non-assainissement » sur la santé publique, on utilisera les hypothèses de calcul qui suivent :

- ✓ Le principal impact se rapporte à l'incidence des infections diarrhéiques. Les autres formes de pathologies, même si elles peuvent être dramatiques au niveau individuel, restent rares en nombre ou peu liées aux questions d'assainissement. Leur impact économique quantitatif est marginal par rapport à celui des diarrhées.
- ✓ Le nombre réel d'infections diarrhéiques est très supérieurs aux chiffres officiels, qui ne relatent que les cas qui ont donné lieu à une consultation médicale auprès des services publics de santé. On estimera un nombre total de cas de l'ordre de 18.000 par an.
- ✓ La non potabilité de l'eau que l'on observe dans une large proportion en Polynésie française est la première cause de maladies

diarrhéiques. La carence des conditions d'assainissement ne vient qu'en deuxième. On considérera qu'elle est à l'origine de 25 % des cas observés.

- ✓ En l'absence de données locales plus précises, on utilisera le facteur de 0,105 DALY par cas diarrhéique, pour prendre en compte le coût économique de la mortalité – morbidité.
- ✓ Le DALY est valorisé par le PIB annuel par habitant : 2.032 kF CFP (données ISPF 2003)
- ✓ Un tiers des cas donne lieu à des frais médicaux. Seule une fraction des malades fait donc appel à des traitements médicaux. Pour cette fraction, il s'agit de prendre en compte les frais de médicaments et d'hospitalisation.

On aboutit ainsi à une estimation de l'impact du non-assainissement sur la santé publique de l'ordre de 970 MF CFP par an.

On peut toutefois considérer que cette valeur est probablement surestimée. Du fait des faibles concentrations populationnelles, l'effet de l'assainissement devrait être moindre aux Tuamotu et aux Marquises, où se concentrent une partie importante des épisodes diarrhéiques. Mais les observations qualitatives faites à Hiva Oa et à Rangiroa (voir 3.5) montrent que les cas de pollution par les eaux usées de l'eau utilisée par les habitants sont réels.

TABLEAU 41 - Impact du non assainissement sur la santé publique

HYPOTHÈSES DE CALCUL ET ESTIMATION		
PARAMÈTRE	ESTIMATION	COMMENTAIRE
Nombre moyen de cas de diarrhées	18.000	Estimation
% lié au facteur non-assainissement	25%	Estimation
DALY par cas	0,105	Littérature
Valorisation du DALY	2,032 MF CFP	ISPF 2003
Coût moyen de traitement médical	5.000 F CFP	Visite médicale, examens, médicaments, hospitalisation éventuelle
% de cas avec traitement médical	33 %	Estimation
VALEUR DE L'IMPACT	970 MF CFP PAR AN	

7.2. Impacts sur la qualité de vie de la population résidente

L'impact de l'assainissement ou de son absence sur la qualité de vie de la population résidente est difficile à appréhender, et plus encore à quantifier. (au delà de la santé publique au sens strict du terme et des retombées sur les activités productives, qui ont été vues précédemment).

D'une manière générale, il est de deux ordres :

- ✓ Les impacts sur la qualité de l'espace urbain proprement dit, qui sont liés aux conditions de collecte des eaux usées et à la qualité des aménagements de drainage pluvial. Il s'agit ici de la qualité de l'environnement immédiat des lieux d'habitations (propreté, esthétique, odeurs, etc.)
- ✓ Les impacts sur le milieu récepteur (le lagon) qui sont liés aux conditions de traitement des eaux usées avant rejet. Ils altèrent les possibilités de loisirs (baignade, pêche récréative, etc.) ou tout simplement la beauté du site qui contribuent à la qualité de vie de la population résidente.³⁸

(38) On considérera que les éventuelles carences d'équipement de drainage pluvial n'ont pas d'impact direct sensible sur la qualité des eaux du lagon. De toutes façons, les eaux de pluies finiront dans le lagon. Les pollutions apportées par les pluies sont liées à la relative saleté de la ville qui est lavée au passage. Ces pollutions sont surtout à relier aux déficiences de collecte des ordures ménagères ou des eaux usées, qui font que la ville est sale.

Dans une étude récente consacrée à la baie de Chesapeake, Poor et al. (2007) ont calculé qu'une augmentation de 1 mg/litre (soit à peu près 8 %) des matières en suspension totales faisait baisser les prix de l'immobilier de 1 086 USD (soit 0.5 % environ). De même, une variation de 1 mg/litre (300 %) de la concentration d'azote inorganique dissous provoque une dévalorisation de l'immobilier de 17 642 USD (soit 9 % environ).

Plusieurs études ont été consacrées en Nouvelle-Angleterre à l'effet de la transparence de l'eau sur le prix des biens immobiliers situés en bordure de lacs. Il a ainsi été calculé qu'une perte de visibilité d'un mètre sous l'eau provoquait un recul des prix de 6 %.³⁹

A partir de travaux réalisés par différents chercheurs, Germond (2008) estime que les ménages sont en moyenne prêts à payer un surcoût de l'ordre de 30 % du prix du loyer lorsqu'il y a raccordement à l'égout. Cette valeur croît avec le niveau de densité urbaine.

L'estimation du surplus du consommateur est donc égale au consentement à payer tel qu'il peut être mesuré par des enquêtes, diminué de la facture d'assainissement qu'il paie une fois raccordé.

7.2.1. L'impossibilité d'une étude de type « prix hédoniques »

Une analyse de type hédonique à partir de données de prix du marché immobilier permettrait en théorie d'approcher quantitativement cet impact (voir Approche méthodologique, § 10.5.2). Encore faudrait-il que soient réunies deux conditions :

- ✓ Que l'on puisse disposer de données sur le marché immobilier en nombre et qualité suffisante pour garantir la robustesse d'un traitement statistique
- ✓ Que l'assainissement ou plus généralement l'environnement ou la qualité des eaux soient des facteurs qui influencent plus ou moins explicitement le prix du m. En d'autres termes, que l'on puisse trouver un ou des critères que l'on sache rapporter à la problématique de l'assainissement parmi les facteurs mis en avant pour justifier la distribution des prix du marché immobilier.

Le marché immobilier polynésien a fait l'objet d'une étude réalisée en 2007 par la Banque de Polynésie. Faisant suite à une analyse similaire effectuée en 2001, cette étude observe les prix, tant à la location qu'à l'acquisition sur l'ensemble de Tahiti, Moorea, Raiatea et Bora Bora.

Les prix sont classés :

- ✓ Par quartier pour Papeete
- ✓ Par type de situation (côté mer et côté montagne) pour les autres communes

On y observe que, parmi les facteurs qui influent sur les prix :

- ✓ L'emplacement est le premier critère pour les résidences de luxe, haut de gamme et standing, ainsi que pour les bureaux et commerces
- ✓ L'emplacement n'est pas un critère principal pour les logements intermédiaires et sociaux
- ✓ L'assainissement n'est pas un critère cité par les professionnels, sous aucune forme.

De plus, le marché immobilier est relativement restreint, et les informations sur les prix de transaction sont rarement disponibles. La réalisation d'une analyse selon la méthode des prix hédoniques paraît donc illusoire.

Pour évaluer l'impact de l'assainissement sur le bien-être, il devient alors essentiel de bien comprendre la perception du concept d'assainissement que se fait la population. C'est pourquoi on analysera dans les paragraphes qui suivent les résultats des sondages initialement disponibles et des enquêtes de terrain réalisées dans le cadre de la présente étude.

Finalement, on appliquera plutôt une méthode des coûts de transport pour estimer l'ordre de grandeur de la perception de la qualité de l'eau du lagon sur le bien-être de la population.

7.2.2. Enquêtes disponibles liées à la perception de l'assainissement

a) Enquête MEAD / EGIS (Punaauia et Bora Bora)

Dans le cadre de l'audit des programmes d'assainissement financés par le FED (MEAD, 2008), une enquête a été réalisée par entretiens,

avec l'envoi préalable d'un questionnaire envoyé aux utilisateurs du lagon (clubs sportifs, clubs de plongée, prestataires de services, gestionnaires du lagon), tant à Punaauia qu'à Bora Bora.

Le questionnaire était axé sur la perception et la connaissance des programmes, les apports et l'état de perception du milieu lagunaire avant et après la mise en place des stations collectives.

L'impact des sédiments terrigènes est identifié comme la principale source de dégradation par la quasi totalité des personnes sondées. Cette sensibilité à l'hypersédimentation terrigène est très prononcée sur Punaauia (quasi unanimité).

L'incidence des eaux usées est faible dans les milieux ouverts (baies, lagon profond). Géomorphologiquement, ces zones sont aussi celles ayant un relief doux, avec une large plaine littorale favorisant l'habitat. Ce constat est clairement celui de Punaauia. La partie sensible, souvent appelée la plage de « sable blanc », comporte une faible bande littorale et des reliefs marqués, rendant l'accès aux plateaux difficile et coûteux en terme d'infrastructures.

Selon l'étude en question, dans les zones où le programme vient collecter un grand nombre d'usagers (nord de Punaauia), le lagon est peu sensible (frangeant totalement remblayé, chenal lagunaire avec profondeur supérieure à 15 m à moins de 10 m du bord, littoral quasi totalement privatisé). Dans les zones plus sensibles, il n'existe pas d'industries ou d'agriculture et l'habitat reste faible.

En 2002, malgré la mise en service de la station et la récupération des eaux des principaux consommateurs, la qualité d'eau mauvaise sur trois stations de suivi en plage (eau de mer) et très polluée pour deux embouchures (Punaruu, Atitue). Dans les deux cas, la situation est d'autant plus préoccupante que le CHSP identifie comme sources de pollutions des rejets « pirates » ainsi que des pratiques illégales de décharges sauvages dans la Punaruu.

Il ne ressort pas d'amélioration nette de la qualité d'eau. Le rapport d'audit en conclut que, même si les rejets directs d'eaux usées sont maîtrisés, les programmes n'ont répondu que de façon limitée aux objectifs de protection de l'environnement, car la pollution terrigène (apport par les réseaux pluviaux) n'a pas été traitée.

b) Enquête 2008 sur la capacité à payer des ménages

Dans le cadre d'une étude sur les déterminants de la demande et la volonté de payer l'eau dans 6 communes⁴⁰ de Polynésie française, réalisée en 2008 sous l'égide de l'AFD, une enquête auprès des ménages a été conduite. Cette enquête a également été réalisée à Punaauia, cette fois-ci sous l'égide de la commune.

A cette occasion, la question de l'assainissement a été abordée succinctement, à l'aide de quelques questions sur :

- ✓ Le mode d'évacuation des eaux usées ménagères (eaux grises)
- ✓ Le mode d'évacuation des eaux usées ménagères (eaux noires)
- ✓ La vidange de la fosse septique : périodicité, coût
- ✓ La satisfaction vis-à-vis de l'assainissement eaux usées, mais également de l'assainissement eaux pluviales.

(39) Cité dans OCDE (2008), p. 69

(40) Arue, Faa'a, Papeete, Huahine, Uturoa, Hao

Définition des modes d'évacuation des eaux usées

✓ **Egout** : dans les 6 communes, il n'existe aucun réseau d'assainissement public. Quand la réponse «égout» est utilisée, cela correspond le plus souvent à de petits réseaux locaux non reliés en aval à un grand réseau. Cette expression a également été utilisée par des ménages qui ont confondu le réseau d'eaux pluviales (existant et visible) et le véritable réseau d'égout. En revanche, la commune de Punaauia dispose d'un réseau séparatif. Plus de 50 lotissements et résidences, comprenant près de 2.000 lots, y sont raccordés.

✓ **Fosse septique** : cette expression ne correspond guère, dans l'esprit des gens, à une configuration technique précise : les ménages ont tendance à nommer «fosse septique» toute fosse, de quelque nature que ce soit⁴¹. Ainsi, dans bon nombre de cas, cette réponse correspond à une fosse banale, qui n'a pas grand chose à voir avec ce qu'est une véritable fosse septique (la dénomination exacte se rapprocherait plutôt de «fosse d'aisance», ou «puisard», ou «puits perdu»).

Evacuation des eaux grises (ménagères)

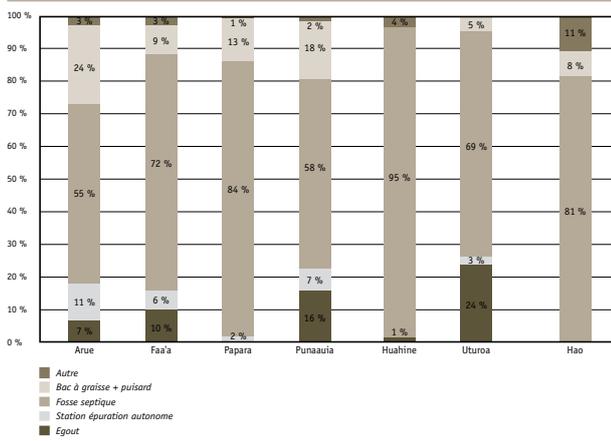
La plupart des ménages utilisent soit une fosse septique, soit un bac à graisse suivi d'un puisard. Le pourcentage varie de 74 % à Uturoa à 95 % à Huahine. Viennent ensuite l'égout (24 % à Uturoa, 10 % à Faa'a) et la station d'épuration autonome (11 % à Arue).

Selon la commune, l'usage d'équipements collectifs est plus ou moins développé :

✓ A Arue, Faa'a et Uturoa, environ un ménage sur 5 utilise des équipements collectifs privés. Connaissant mal le vocabulaire approprié, la population les nomme «égouts» (24 % à Uturoa, contre 7 % à Arue) ou «stations d'épuration autonomes» (11 % à Arue). Mais l'assainissement autonome domine largement, plus de 75 % des ménages utilisent un système de ce type (fosse septique, ou bac à graisse plus puisard).

✓ Dans les autres communes, les ménages utilisent presque exclusivement l'assainissement autonome (plus de 90 % des ménages). Les équipements collectifs privés occupent une place modeste (à Papara), voire nulle (à Huahine et Hao).

FIGURE 15 - Mode d'assainissement des eaux usées ménagères, selon la commune



Le cas de Punaauia doit être considéré à part, car il existe un réseau d'égout. Mais celui-ci ne dessert que certains ménages :

✓ En moyenne, un ménage sur 4 déclare utiliser des équipements collectifs : la population les nomme «égouts» (16 %) ou «stations d'épuration autonomes» (7 %). Mais l'assainissement auto-

nome domine largement : 76 % des ménages utilisent un système de ce type, fosse septique, ou bac à graisse plus puisard.

✓ Parmi les lotissements, le raccordement (direct ou indirect) au réseau est plus fréquent : «égouts» (24 % des ménages) ou «stations d'épuration autonomes» (13 %). Mais c'est tout de même l'assainissement autonome qui est le plus utilisé : fosse septique (50 %) ou bac à graisse plus puisard (13 %). On peut toutefois se demander si les ménages habitants dans des résidences et lotissements n'ont pas, par ignorance, lourdement sous-déclaré l'utilisation de l'égout.

✓ En dehors des lotissements, le recours à l'assainissement autonome est la règle (84 %). Les équipements collectifs occupent une place modeste (10 %).

Evacuation des eaux vannes (toilettes)

La situation est peu différente de celle des eaux grises. Simplement le rôle du couple bac à graisse + puisard diminue fortement au profit des fosses septiques qui sont utilisées par plus de 80 % des ménages.

La place des équipements collectifs est sensiblement plus modeste, certains ménages faisant plus confiance à leur fosse septique qu'à un équipement collectif. Ces étonnantes déclarations ont été systématiquement vérifiées : au cours d'un second entretien conduit par un contrôleur, les enquêtés ont confirmé leur préférence pour un équipement individuel personnel (leur fosse septique) : d'où leur volonté de conserver leur fosse septique, même après l'installation du tout à l'égout.

Vidange de la fosse septique

Voir § 3.3.4

Satisfaction des usagers

La situation est différente d'une commune à l'autre :

✓ A Tahiti, l'insatisfaction touche moins d'un ménage sur 6 : de 9 % à Arue à 16 % à Papara.

✓ Dans les îles, l'insatisfaction est nettement plus élevée : elle touche 14 % des ménages à Hao, 20 % à Uturoa et 25 % à Huahine. Le cas de Punaauia doit être considéré à part :

✓ Globalement, les usagers non satisfaits des conditions d'assainissement dans la zone où ils habitent sont peu nombreux : 14 % pour les eaux usées, 13 % pour les eaux pluviales.

✓ Pour les eaux usées, les ménages habitants en lotissement sont satisfaits en plus grand nombre que les ménages vivants ailleurs : 92 % contre 81 %. Les ménages habitants en dehors d'un lotissement expriment des opinions plus extrêmes : 13 % ne sont pas du tout satisfaits contre 2 % en lotissement ; en revanche, 48 % sont très satisfaits contre 30 % en lotissement.

✓ Pour les eaux pluviales, on ne trouve aucun ménage pas du tout satisfait. Les ménages insatisfaits sont 12 % dans les lotissements, et 14 % ailleurs. Les ménages très satisfaits de la situation sont beaucoup plus nombreux parmi les ménages n'habitants pas en lotissement : 53 % contre 35 % en lotissement.

Conclusions

Méconnaissance générale

Le point commun entre les communes enquêtées est la faible différence que font les ménages entre les types d'eau usée (eaux ménagères et eaux des toilettes), et la méconnaissance quasi générale du concept d'assainissement :

✓ Les gens ne savent que répondre, dès lors qu'ils ont l'impression de ne pas avoir de fosse septique. Par défaut, ils répondent qu'ils sont raccordés soit à un réseau collectif (ce qui peut être par-

(41) C'est d'ailleurs ce qu'a fait le recensement de la population de 2007 : en proposant comme réponse l'expression générique «fosse individuelle», le recensement fait certes preuve de réalisme, mais il pratique l'amalgame entre des réalités techniques très différentes.

tiellement vrai en ce sens qu'il s'agit souvent d'un mini réseau privé⁽⁴²⁾, soit à une petite station d'épuration autonome (du bâtiment, ou du lotissement, etc.).

✓ La méconnaissance est flagrante dans les deux sens : certains ménages déclarent être raccordés à un égout alors qu'il n'y a pas d'égout dans la zone où ils habitent (à Uturoa, par exemple), d'autres déclarent un mode d'assainissement autre que l'égout alors qu'ils sont raccordés au réseau de Punaauia.

Quant aux fosses septiques, nombreuses sont celles qui n'ont jamais été vidangées. Cela peut signifier qu'un grand nombre de fosses individuelles ne remplissent plus leur fonction de premier traitement des eaux usées. Cette ignorance quasi générale est le reflet d'une absence de préoccupation à propos des eaux usées : la plupart des ménages se soucient peu de leurs eaux usées parce qu'ils ne souffrent pas de gêne occasionnée par ces dernières (odeurs, inondations, eaux stagnantes, moustiques, etc.).

Absence de désir de changement de la part des ménages

Les ménages prêtent donc peu d'attention à la manière dont ces eaux sont évacuées. Ils n'aspirent pas à un changement particulier à ce sujet, car ils perçoivent mal le gain de bien-être que pourrait leur procurer un autre mode d'assainissement que celui auquel ils ont actuellement recours. Certes, il y a des ménages qui sont favorables au passage à l'assainissement collectif, notamment dans les communes de l'agglomération de Papeete, mais ils restent peu nombreux et leur attitude est plus motivée par une conscience écologique diffuse que par un intérêt immédiat :

«Chez moi et dans mon environnement immédiat, je n'ai jamais de fosse qui déborde (la mienne ou celles de mes voisins), jamais d'odeur nauséabonde, jamais d'inondation après une pluie aussi diluvienne soit-elle. Et si je suis pour l'assainissement collectif, c'est parce que je suis écolo et en faveur de toute mesure contribuant à la défense de l'environnement ; voilà pourquoi je suis prêt à payer pour ça»

Les usagers non domestiques sont favorables au changement, mais à pas à n'importe quel prix

L'attitude des usagers non domestiques (principalement les hôteliers) vis-à-vis de l'assainissement collectif est fonction de l'histoire locale, et de la situation actuelle :

✓ A Papeete, ils y sont dans l'ensemble favorables. D'ailleurs beaucoup attendent avec quelque impatience le raccordement, car cela leur permettra de ne pas réhabiliter (ou changer) l'installation dont ils disposent et qui fonctionne plus ou moins bien. Cela leur permettra de moderniser leur activité, voire même de la développer sur des bases durables (en conformité avec la réglementation).

✓ A Punaauia, les principaux usagers non domestiques gros consommateurs d'eau (ainsi que de nombreux lotissements et résidences) sont raccordés au réseau public depuis plusieurs années. Cela n'empêche ni le maintien d'habitudes anciennes, ni les récriminations :

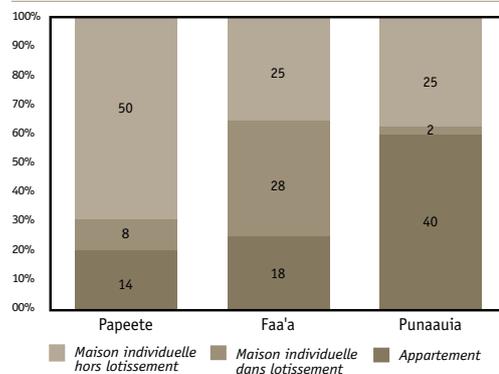
Dans tel grand hôtel, l'accès au lagon est fermé, et la raison déclarée est que l'eau du lagon est polluée. Par conséquent les clients

sont incités à se baigner dans la piscine. En fait, cette pratique est, au moins en partie, une séquelle du passé, du temps l'hôtel contribuait à la pollution du lagon, en rejetant ses eaux usées... à proximité de l'établissement. Cela correspond à une époque récente où la station d'épuration de l'hôtel ne fonctionnait plus, et où la direction attendait le raccordement au réseau d'assainissement. Les vigoureuses récriminations des gros consommateurs non domestiques portent contre le tarif que la SEM Assainissement de Tahiti essaie de leur appliquer (conformément au tarif adopté en conseil des ministres). Or ce refus met en péril la survie de la SEM dont le déficit (de fonctionnement) risque de devenir rapidement abyssal (voir 3.2.3).

7.2.3. Enquête assainissement 2008

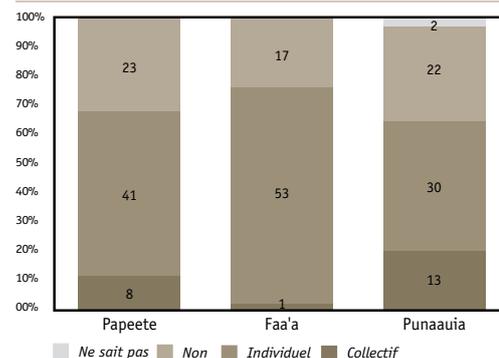
Un enquête d'opinion a été réalisée en décembre 2008 dans le cadre de la présente étude. Elle porte sur 210 foyers répartis sur les trois communes de Papeete, Faa'a et Punaauia. La Figure 16 montre la composition de l'enquête par commune et selon le type d'habitation. 70 % des foyers enquêtés sont équipés de compteurs d'eau (dont 10 % collectifs). 30 % ne le sont pas.

Figure 16 - Enquête assainissement 2008 - Type de logement par commune



Enquête ASPA 2008

Figure 17 - Votre branchement d'eau est-il équipé d'un compteur ?



Enquête ASPA 2008

(42) Ce mini réseau peut, lui-même, être raccordé à une fosse septique collective, ou à l'une des 200 petites stations d'épuration autonomes installées dans le pays.

a) Connaissance du mode d'assainissement du logement

Un pourcentage élevé d'habitants ne sait pas où partent les eaux usées à la sortie de leur logement : 24 % pour l'ensemble des 3 communes, et 33 % pour la seule commune de Papeete. On pourrait imaginer qu'il s'agit principalement de personnes logées dans des appartements. Pourtant le pourcentage de méconnaissance du mode d'assainissement reste à peu près aussi élevé pour les résidents en maisons individuelles hors lotissement (23 % pour l'ensemble des 3 communes).

Parmi ceux qui connaissent leur mode d'assainissement, 69 % déclarent disposer d'un équipement individuel (certains font la distinction entre puisard et fosse septique), et 30 % déclarent être reliés soit à une station d'épuration, soit à un égout. La distinction entre ces deux dernières catégories reste floue, puisque nombre d'habitants de zone non desservies par le seul égout public existant à Punaauia annoncent toutefois être raccordés à un égout.

La seconde partie du Tableau 42 croise les réponses sur la destination des eaux usées à la sortie de logement avec celles sur la destination finale de l'effluent. 61 % de la population ne sait pas où finissent leurs eaux usées, en incluant bien entendu les 24 % qui ne savent pas déjà pas le mode d'assainissement de leur logement. Il est notamment surprenant de constater qu'une forte proportion des propriétaires déclarés de fosses septiques ne répond pas « dans la terre » quant à la destination finale de l'effluent. Au total, seuls 13 % pensent que leurs eaux usées finissent dans le lagon.

TABLEAU 42 - Connaissance de la destination des eaux usées

COMMUNE	NON	OUI					TOTAL
		DANS LES RIVIÈRES, DEHORS.	BAC À GRAISSE + PUISARD	FOSSE SEPTIQUE	TUYAU VERS ÉGOUT	STATION D'ÉPURATION AUTONOME	
Papeete	33%	3%	11%	40%	11%	1%	67%
Faa'a	14%	1%	0%	69%	11%	4%	86%
Punaauia	25%	0%	7%	27%	6%	34%	75%
TOTAL	24%	0%	6%	46%	10%	13%	76%

COMMUNE	NON	OUI					TOTAL
		DANS LES RIVIÈRES, DEHORS.	BAC À GRAISSE + PUISARD	FOSSE SEPTIQUE	TUYAU VERS ÉGOUT	STATION D'ÉPURATION AUTONOME	
Papeete	33%	3%	11%	40%	11%	1%	67%
Faa'a	14%	1%	0%	69%	11%	4%	86%
Punaauia	25%	0%	7%	27%	6%	34%	75%
TOTAL	24%	0%	6%	46%	10%	13%	76%

COMMUNE	NON	OUI					TOTAL
		DANS LES RIVIÈRES, DEHORS.	BAC À GRAISSE + PUISARD	FOSSE SEPTIQUE	TUYAU VERS ÉGOUT	STATION D'ÉPURATION AUTONOME	
Papeete	33%	3%	11%	40%	11%	1%	67%
Faa'a	14%	1%	0%	69%	11%	4%	86%
Punaauia	25%	0%	7%	27%	6%	34%	75%
TOTAL	24%	0%	6%	46%	10%	13%	76%

Enquête Assainissement 2008 : Papeete - Faa'a - Punaauia

b) Les éventuelles nuisances dues au système existant

Les réclamations formulées restent limitées. Seuls 16 % des personnes interrogées se plaignent de nuisances dues au débordement fréquent ou occasionnel des fosses du voisinage.

23 % se plaignent de mauvaises odeurs au lieu de leur résidence. Ce sont surtout les habitants de Punaauia qui sont concernés, puisque le pourcentage monte à 36 % pour cette commune, qui est pourtant partiellement équipée d'un réseau, alors qu'il est moyen à Faa'a (21 %) et plus faible à Papeete (14%).

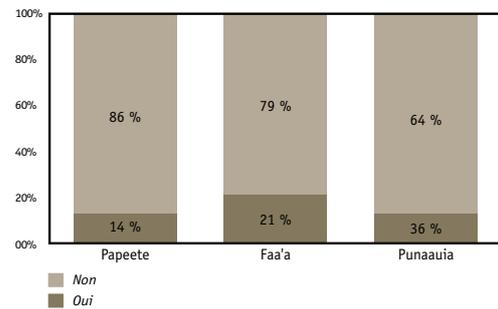
Les réclamations contre les moustiques recueillent plus de suffrages, avec 60 % de réponses positives pour l'ensemble des trois communes. Encore faut-il remarquer que la présence des moustiques est certes favorisée par de mauvaises conditions sanitaires, mais n'est pas uniquement liée à cela. La présence exagérée de moustiques indique surtout une déficience du système de drainage pluvial.

TABLEAU 43 - Les fosses septiques de vos voisins débordent-elles ?

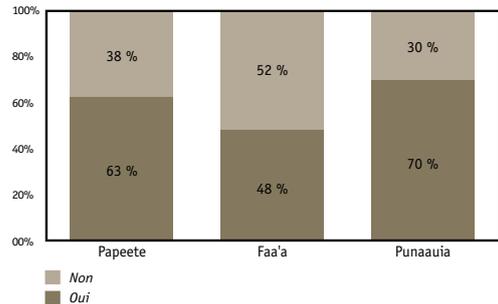
COMMUNE	LES FOSSES SEPTIQUES DE VOS VOISINS DÉBORDENT-ELLES?				TOTAL
	SOUVENT	DE TEMPS EN TEMPS	JAMAIS	NE SAIT PAS	
Papeete	1%	10%	89%	0%	100%
Faa'a	3%	18%	76%	3%	100%
Punaauia	0%	18%	76%	6%	100%

Enquête Assainissement 2008 : Papeete - Faa'a - Punaauia

SOUFFREZ-VOUS DES MAUVAISES ODEURS ?



SOUFFREZ-VOUS DES MOUSTIQUES ?



Enquête ASPA 2008

c) Appréciation de la qualité des eaux environnantes

Le Tableau 44 synthétise les réponses aux questions sur la qualité de l'eau des rivières et du lagon. Deux critères d'usages ont été considérés, la baignade et la pêche, et les réponses sont différenciées pour les périodes pluvieuses ou en dehors de ces dernières. Les personnes interrogées ont un avis partagé sur la qualité des eaux du lagon. Une majorité considère qu'elle est plutôt satisfaisante (42%), voire très satisfaisante (20%) pour la baignade en dehors des périodes de pluie intense, alors que 19% l'estime pas du tout satisfaisante. La perception de qualité se dégrade fortement en période de pluie, car alors les avis négatifs deviennent nettement majoritaires (77%). On retrouve à peu près la même distribution de sentiments quant à la qualité du poisson pêché dans le lagon.

En ce qui concerne les rivières, les appréciations sont globalement plus négatives. Les rivières ne sont pas considérées comme propres à la baignade par 58% en temps sec et par 86% en période pluvieuse. De même, 60% sont suspicieux au sujet de la pêche pratiquée en rivière, indépendamment de la saison.

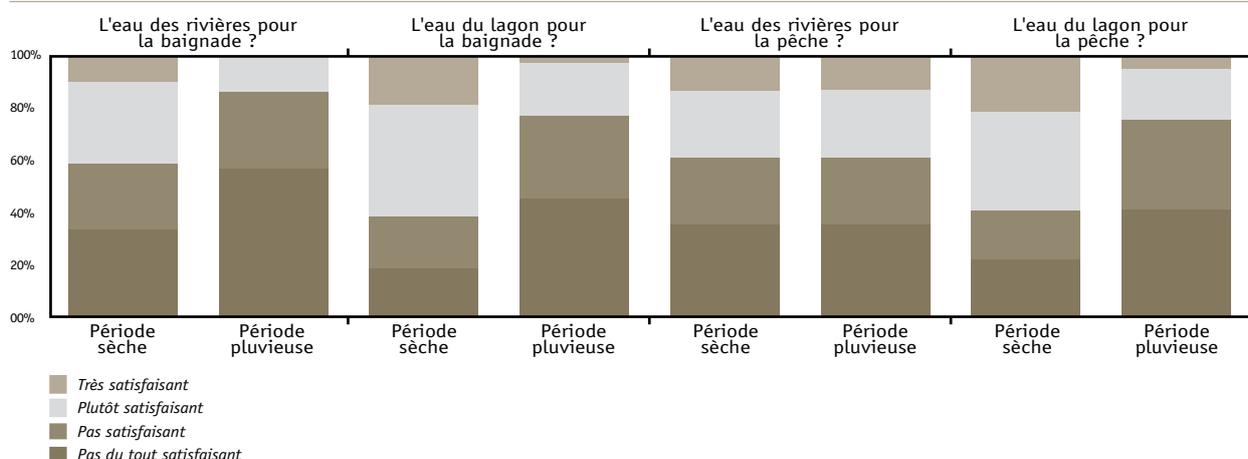
TABLEAU 44 - Comment trouvez-vous la qualité de ...

L'EAU DES RIVIÈRES POUR LA BAIGNADE ?									
COMMUNE	HORS PÉRIODE DE FORTES PLUIES				EN PÉRIODE DE FORTES PLUIES				
	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	
Papeete	26%	18%	44%	11%	40%	47%	13%	0%	
Faa'a	15%	46%	37%	1%	44%	35%	20%	1%	
Punaauia	61%	7%	13%	18%	88%	3%	7%	1%	
TOTAL	34%	24%	32%	10%	57%	29%	13%	1%	

L'EAU DU LAGON POUR LA BAIGNADE ?									
COMMUNE	HORS PÉRIODE DE FORTES PLUIES				EN PÉRIODE DE FORTES PLUIES				
	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	
Papeete	24%	19%	39%	18%	46%	43%	7%	4%	
Faa'a	6%	30%	63%	1%	18%	39%	42%	0%	
Punaauia	28%	9%	22%	40%	75%	9%	12%	4%	
TOTAL	19%	20%	42%	20%	46%	31%	20%	3%	

L'EAU DES RIVIÈRES POUR LA PÊCHE ?									
COMMUNE	HORS PÉRIODE DE FORTES PLUIES				EN PÉRIODE DE FORTES PLUIES				
	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	
Papeete	26%	17%	42%	15%	39%	47%	14%	0%	
Faa'a	31%	44%	23%	3%	44%	37%	18%	1%	
Punaauia	52%	12%	12%	24%	75%	13%	10%	1%	
TOTAL	36%	24%	26%	14%	52%	33%	14%	1%	

L'EAU DU LAGON POUR LA PÊCHE ?									
COMMUNE	HORS PÉRIODE DE FORTES PLUIES				EN PÉRIODE DE FORTES PLUIES				
	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	PAS DU TOUT SATISFAISANT	PAS SATISFAISANT	PLUTÔT SATISFAISANT	TRÈS SATISFAISANT	
Papeete	25%	11%	42%	21%	36%	43%	15%	4%	
Faa'a	8%	39%	46%	6%	25%	44%	25%	6%	
Punaauia	33%	7%	19%	39%	64%	10%	16%	7%	
TOTAL	22%	20%	36%	21%	41%	33%	19%	6%	



d) Points de vue sur l'assainissement collectif

La dernière partie du questionnaire appliqué traite de l'appréciation que se fait la population au sujet de l'assainissement collectif. Un grande majorité trouve l'assainissement collectif plutôt utile (31 %) ou très utile (60 %). On observe d'ailleurs une plus forte part de « très utile » à Punaauia que dans les deux autres communes, ce qui laisserait entendre que le programme en cours reçoit l'approbation de la population.

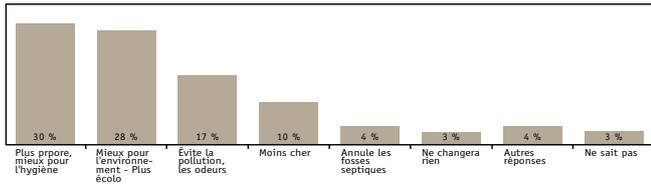
Les raisons invoquées pour justifier le point de vue sont variables (une seule réponse était admise). L'argument d'hygiène et de propreté vient devant la préoccupation pour l'environnement en général ou pour la lutte contre la pollution et les odeurs. 9 % des réponses spontanées se réfèrent à une question de prix, estimant que le principal intérêt de l'assainissement collectif est qu'il coûte moins cher que l'assainissement individuel.

TABLEAU 45 - Points de vue sur l'assainissement collectif

COMMUNE	L'EAU DES RIVIÈRES POUR LA BAINADE ?				EST-CE QUE VOUS TROUVEZ L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF				LA MISE EN PLACE DE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF DANS VOTRE COMMUNE VOUS TROUVEZ ÇA...							
	PAS UTILE DU TOUT		PLUTÔT INUTILE		PLUTÔT UTILE		TRÈS UTILE		PAS BIEN DU TOUT		PLUTÔT PAS BIEN		PLUTÔT BIEN		TRÈS BIEN	
Papeete	3%	1%	40%	56%	1%	6%	39%	54%	1%	7%	46%	44%	3%	7%	46%	44%
Faa'a	0%	10%	42%	48%	3%	7%	46%	44%	3%	7%	46%	44%	3%	7%	46%	44%
Punaauia	7%	3%	10%	79%	7%	4%	19%	69%	7%	4%	19%	69%	7%	4%	19%	69%
TOTAL	3%	5%	31%	60%	4%	6%	35%	57%	4%	6%	35%	57%	4%	6%	35%	57%

Enquête Assainissement 2008 : Papeete – Faa'a – Punaauia

POURQUOI METTRE EN PLACE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF DANS VOTRE COMMUNE?



Le tableau suivant résume le jugement émis sur différentes formulations proposées des avantages de l'assainissement collectif. La grande majorité des habitants est consciente de l'apport de l'assainissement collectif, tant en termes de la qualité de vie au foyer et de l'amélioration du voisinage immédiat du logement, qu'en matière de protection environnementale des eaux des rivières et du lagon. Le fait que les eaux traitées partent en fin de cycle « loin dans la mer » reste toutefois un sujet de préoccupation pour 30 % des enquêtés.

La dernière question portant sur la possibilité de « débarrasser le quartier des fosses septiques » souligne le caractère contrasté de l'opinion sur les fosses, que l'on observe aussi dans d'autres parties du questionnaire. Si beaucoup trouverait bien de pouvoir éliminer la présence des fosses, d'autres gardent une plus grande confiance dans le traitement autonome. Certains indiquent qu'ils aimeraient pouvoir garder leur fosse même si un système collectif est installé.

Enfin, il est intéressant d'observer les réponses faites à la question « qui doit payer pour l'assainissement collectif ? ».

60 % de l'ensemble pense que ce devrait être à la commune de payer, alors que seulement 29 % considèrent que c'est au consommateur d'eau de payer la facture de l'assainissement. Les habitants de Faa'a choisissent pour 24 % d'entre eux une solution mixte, où le coût est à partager entre instance communale et consommateurs. Bizarrement, on ne retrouve pas cette réponse parmi les habitants de Papeete et de Punaauia.

TABLEAU 47 - Qui doit payer pour l'assainissement collectif ?

COMMUNE	D'APRÈS VOUS, QUI DOIT PAYER POUR L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF ?				
	LE GOUVERNEMENT	COMMUNE	CONSOMMATEURS D'EAU	CONSOMMATEURS ET COMMUNE	LES RICHES TOUT LE MONDE
Papeete	0%	65%	29%	1%	3%
Faa'a	0%	52%	24%	24%	0%
Punaauia	3%	61%	34%	1%	0%

Enquête Assainissement 2008 : Papeete – Faa'a – Punaauia

e) Conclusions

Au travers de l'enquête réalisée, on constate que :

- ✓ 24 % des personnes sondées ne savent pas où vont leurs eaux usées à la sortie de leur logement, et parmi celles qui savent, 49 % déclarent ne pas avoir d'idée sur où ces eaux partent ensuite.
- ✓ La plupart (91 %) ont une vision positive de l'assainissement collectif, bien que peu (15 %) réclament des fosses septiques.
- ✓ 89 % pensent que l'assainissement collectif améliore les conditions de santé de la famille⁴³, 92 % pensent qu'il améliore l'environnement à proximité de leur résidence, 87 à 91 % pensent qu'il améliore l'eau du lagon (selon que l'on utilise le critère de la qualité pour la baignade ou de la qualité du poisson)
- ✓ Pourtant, seulement 39 à 42 % se plaignent d'un état insatisfaisant de l'eau du lagon⁴⁴ en dehors des périodes de fortes pluies
- ✓ Surtout, 60 % estime que l'assainissement collectif devrait être payé par la commune, alors que seulement 29 % pensent que ce sont aux consommateurs d'eau de payer.

D'une manière générale, on constate que les populations sondées (Punaauia, Faa'a, Papeete) ne se plaignent pas fortement des conditions actuelles de l'assainissement local, tant au niveau du cadre proche de la résidence que de celui de la qualité du milieu récepteur. La plupart des habitants trouveraient pourtant très bien qu'il y ait un système collectif, surtout si ce ne sont pas eux qui paient. On observe aussi une meilleure compréhension de la problématique et une meilleure acceptation de l'assainissement collectif à Punaauia, ou un tel système existe déjà pour une partie de la commune, qu'à Faa'a et Papeete.

On retrouve ainsi des conclusions assez semblables à celles présentées à la suite de l'enquête AFD sur la capacité à payer des ménages.

(43) Somme des réponses « plutôt d'accord » et « tout à fait d'accord ».

(44) Somme des réponses « pas du tout satisfaisant » et « pas satisfaisant ».

➤ Voulez-vous vous baigner dans la Seine à Paris

Voulez-vous vous baigner dans la Seine à Paris ?

A Paris, de gros efforts ont été faits pour améliorer la qualité de l'eau de la Seine. Le championnat du monde de pêche a pu y être réalisé en 2001. Les techniciens concordent aujourd'hui pour considérer que la Seine est baignable à Paris, du moins en dehors des épisodes pluvieux (le système d'assainissement parisien est unitaire). Il est pourtant probable qu'un questionnaire similaire à celui réalisé à Papeete, demandant aux riverains ce qu'ils pensent de la qualité de l'eau de la Seine pour la baignade conduirait à un résultat très largement négatif.

Le Président Chirac avait promis qu'il s'y baignerait le jour où les indicateurs de qualité de l'eau seraient enfin acceptables. Il n'a malheureusement pas tenu sa promesse. S'il l'avait fait, avec le renfort de presse que l'on peut imaginer, le même sondage auprès de la population parisienne aurait sans doute donné un tout autre résultat.

Ce qui est mesuré par les sondages, c'est l'image de la qualité de l'eau qu'en ont les citadins. Cette image n'est pas forcément calée sur la réalité mesurée.

7.2.4. Valorisation des impacts sur la qualité de vie

Il existe certainement une valeur économique attribuable à l'impact du « non-assainissement » sur la qualité de vie de la population urbaine, au moins au niveau de l'agglomération de Papeete. Mais cet impact semble très délicat à quantifier.

Comme il a été vu plus haut (§ 7.2.1), une approche de type hédonique ne paraît pas envisageable, d'une part par manque de données, mais surtout parce que la question de l'assainissement n'est pas un facteur qui semble intervenir dans la formation des prix de l'immobilier à Tahiti.

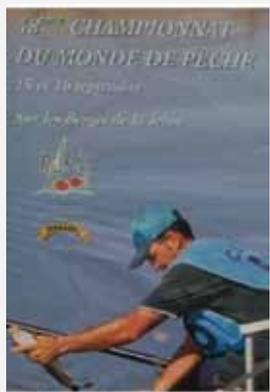
Par ailleurs, les enquêtes réalisées (§ 7.2.2 et § 7.2.3) laissent douter du résultat que pourrait donner une étude de type « préférence révélée », dans la mesure où la population dans son ensemble a une compréhension très limitée de la problématique de l'assainissement.

Afin d'établir un ordre de grandeur de l'impact du non-assainissement sur le bien-être, on se limitera à appliquer une approche par la méthode des coûts de transport. Avec des hypothèses arbitrairement choisies, on observe que si 20 % de la population urbaine (les « très insatisfaits » du sondage) se déplacent d'une vingtaine de km pour pratiquer des loisirs sur la côte, plutôt que de se rendre au lagon tout proche, le coût économique de cette préférence se chiffre à environ 620 MF CFP par an.

Hypothèses de calcul et estimation

TABLEAU 48 - Impact du non-assainissement sur le bien-être

HYPOTHÈSES DE CALCUL ET ESTIMATION		
PARAMÈTRE	ESTIMATION	COMMENTAIRE
Population Grand Papeete	130 000	Recensement 2007
PIB : habitant.jour (F CFP /j)	5 572	Données 2005
Famille moyenne	4	Recensement 2007
Prix du km (F CFP / km)	50	Estimation
% population allant à la plage ailleurs	20%	Estimation
Nombre de déplacements par an	20	Estimation
Distance moyenne de déplacement (km)	20 km	Estimation
Temps de parcours aller retour (h)	2	Estimation
VALEUR DE L'IMPACT	622 MF CFP par an	



7.3. Impacts sur les infrastructures urbaines

Le modèle d'assainissement actuellement en vigueur entraîne deux facteurs de surcoût pour le développement urbain de l'agglomération de Papeete :

7.3.1. Surcoût lié au propre assainissement

Comme il a été vu précédemment, le respect des normes par l'application généralisée de l'assainissement individuel dans une ville de la taille du grand Papeete, pour autant qu'il soit opérationnellement réalisable et contrôlable, coûterait globalement plus cher que le respect des mêmes normes grâce à un système collectif. Ce surcoût est estimé à 700 MF CFP par an.

Ce chiffre « théorique » doit toutefois être nuancé. Dans la pratique, l'assainissement autonome n'est pas réalisé dans la règle de l'art, en particulier sur le plan de la maintenance préventive des stations autonomes ou des fosses, et de la vidange systématique des boues. Le coût réel est donc sensiblement moindre, mais les normes ne sont pas respectées.

Ce surcoût n'est donc pas à prendre en considération dans la quantification de l'impact du « non-assainissement ». Il est par contre à placer en parallèle, de même que les estimations de coûts d'investissement nécessaires pour doter la ville d'un assainissement collectif.

7.3.2. Surcoûts liés aux entraves au développement urbain

L'inadéquation du modèle d'assainissement autonome dans les zones denses de l'agglomération se traduit par une importante entrave au développement social et économique du centre de Papeete. De nombreuses demandes de permis de construire sont bloquées, en particulier parce que l'exiguïté des sites ne permet pas d'y disposer des stations autonomes dans des conditions qui répondent aux normes.

Selon la municipalité de Papeete, l'assainissement des eaux usées sur la zone dite pilote autour de l'Hotel de Ville et du marché municipal va permettre de relancer l'urbanisme. A ce jour, on peut recenser quelques cas typiques qui montrent que l'assainissement est attendu comme un service public indispensable au développement de la Ville :

- ✓ Un projet de réaménagement de locaux en petits snacks a fait le choix, dès 2008, d'attendre l'assainissement des eaux usées. Son permis de construire a été déposé avec cette condition de raccordement au réseau collectif. Un autre choix d'assainissement n'était pas possible et aurait contraint le promoteur à renoncer à son projet (en tout cas sur le site envisagé).
- ✓ Un autre projet de transformation d'une boutique de tissu en restaurant a aussi fait le choix d'attendre que l'assainissement collectif soit en place, même à une échéance de plus d'un an, plutôt que d'investir dans une station d'épuration coûteuse, encombrante et à la gestion très hasardeuse.
- ✓ Un permis de construire d'un immeuble neuf sur une ancienne

friche a été déposé avec la prévision d'un raccordement au réseau collectif. Une autre solution aurait été possible (assainissement individuel) mais très coûteuse (plus de 20 MF CFP) et encombrante (l'immeuble ne comporte pas de sous sol et est implanté sur une petite parcelle).

✓ Le promoteur d'un projet en cours de permis de construire sur un terrain en friche de très longue date a clairement indiqué que le choix de l'investissement a été fait en raison de la nouvelle disponibilité d'un service collectif d'assainissement.

D'autres projets dans le secteur prochainement desservi, font naître des espoirs de transformation d'activité, aujourd'hui bloquée (selon les intéressés) par des considérations d'assainissement. On constate donc ici que le « non-assainissement » se traduit par une absence de rénovation urbaine, tant sur des friches que sur des bâtiments déjà exploités. Les nouvelles constructions « libérées » par le projet de réseau en cours vont générer d'une part de l'activité en phase chantier et d'autre part de nouvelles créations d'emploi. En ce sens, l'assainissement contribue à une rénovation de la ville, favorisant sa densification et évitant d'urbaniser des terrains vierges (souvent à grands frais d'infrastructures), voire le déplacement d'activités en périphérie de la ville.

De fait, la contrainte de l'assainissement autonome, en association avec d'autres qui dépassent la problématique de l'assainissement, favorise un étalement excessif de l'espace urbain en limitant la concentration du centre. Il ne s'agit pas ici de juger si le modèle d'urbanisme qui en découle est pire ou meilleur, mais il convient de rappeler que le retard pris en matière d'assainissement collectif participe dans une certaine mesure aux problèmes chroniques d'embouteillage et au surcoût des autres équipements urbains qui résultent de l'horizontalité de l'urbanisme tahitien.

Si les projets d'ampleur ne peuvent trouver les conditions de leur développement au centre de Papeete, on peut imaginer que les promoteurs préféreront les réaliser en périphérie. Le préjudice subi par la commune de Papeete serait donc compensé par un avantage en faveur des autres communes.

On notera que c'est surtout le manque de définition de la stratégie d'assainissement et des délais à considérer qui coûte cher à la collectivité. Tout promoteur imagine bien que tôt ou tard, un réseau collectif sera installé. S'il décide de lancer son projet avant que ce réseau soit en place, il s'oblige à incorporer un système autonome qui lui coûte et qui ne sera probablement pas amorti sur la durée. S'il escompte sur la réalisation prochaine du réseau, il prend le risque de se retrouver coincé du fait d'un retard dans les programmes publics (comme certains hôtels à Haapiti -Moorea).

Le manque d'une stratégie clairement affichée, avec des délais clairement établis, et le manque de cohérence dans certaines des actions entreprises sont des composantes du concept général de « non-assainissement ». Elles ont un coût pour la société, qui n'est sans doute que temporaire, mais qui est sensible. On ne cherchera cependant pas ici à quantifier ce coût.

Les lacunes d'équipement de drainage pluvial sont aussi de nature à renchérir le coût d'autres équipements urbains, dans la mesure où les inondations récurrentes provoquent des dysfonctionnements, notamment des services de voirie, et entraînent des surcoûts d'entretien et de maintenance.

On considérera toutefois que le macro-drainage de l'agglomération est relativement complet. Certains quartiers bas sont l'objet de fréquentes inondations, mais cela semble plus être le résultat d'un urbanisme inadapté que de mauvaises infrastructures d'assainissement pluvial. On rappellera que le nom de Papeete provient étymologiquement du tahitien « panier d'eau », qui souligne l'ancienne nature marécageuse de la bordure de mer à cet endroit.

Impacts de non-usage du milieu récifo-lagonaire

Les mécanismes qui régissent la relation entre le non-assainissement et le milieu récifo-lagonaire ont déjà été abordés plus haut (cf. 5)

En termes de quantification des impacts, une partie des effets est déjà prise en compte au travers des analyses portant sur les impacts liés à l'économie productive ou à la qualité de vie de la population. Il s'agit des valeurs d'usage du patrimoine naturel.

Pour compléter l'analyse, il reste à évaluer l'impact du non-assainissement sur les valeurs de non-usage, qui, par définition, n'ont pas été abordées dans les chapitres précédents.

Comme l'explique la note méthodologique de l'annexe 10, la valeur de non-usage regroupe trois éléments : la valeur d'existence, la valeur de legs et la valeur d'option.

Souvent, ces trois notions se mélangent et se confondent dans un seul concept : la valeur patrimoniale qui exprime le souhait de transmettre aux générations futures le milieu en tant que tel ainsi que les ressources qu'il abrite et les usages qui pourront éventuellement en être fait.

Dans sa thèse sur la valeur économique totale du système récifo-lagonaire de Moorea, Mahé Charles a réalisé une évaluation contingente pour déterminer la volonté de payer des habitants et des touristes pour conserver le lagon et sa biodiversité vis-à-vis des générations futures. Il obtient une valeur moyenne de 3.500 F CFP par an pour les résidents et 1.900 F CFP par an pour les touristes.

En extrapolant ces valeurs pour l'ensemble de Moorea, on obtient une valeur de non-usage du système récifo-lagonaire de l'île de l'ordre de 285 MF CFP par an. La même extrapolation élargie à la Polynésie française fournit une estimation de la valeur de non-usage de 1.330 MF CFP par an, en admettant que Moorea fournisse une base de calcul représentative de l'ensemble du Territoire.⁴⁵

La difficulté réside dans l'estimation de l'impact du non-assainissement sur cette valeur patrimoniale. Comme il a été vu précédemment, l'afflux d'eaux usées non traitées a pour principal effet de fragiliser le corail et d'inhiber sa capacité de reconquête à la suite d'événements naturels (blanchissements, cyclones) qui déciment périodiquement sa couverture. L'application d'un modèle mathématique simple indique que ce processus conduirait à une lente disparition du corail vivant, dont la couverture se réduirait à une dizaine de pour cent de la couverture actuelle au bout d'un siècle. Mais cela serait le cas uniquement pour un massif corallien exposé à une forte densité urbaine sans aucun assainissement, en somme ce qui risquerait d'advenir du lagon de Papeete si toutes les eaux usées de la ville y étaient systématiquement déversées sans traitement. Ce qui ne correspond pas à la définition employée ici du « non-assainissement ». En effet, le schéma actuel d'assainissement du grand Papeete, principalement autonome, est certes loin d'être satisfaisant, mais il contribue tout de même à une forte réduction de la DBO et des nutriments, notamment des phosphates, qui aboutissent au lagon. Le risque d'une réelle menace générale sur le patrimoine environnemental constitué par le système récifo-lago-

naire semble donc limité, à moins d'imaginer une forte dégradation de l'efficacité du schéma d'assainissement par rapport à la réalité présente (ce qui n'est pas l'hypothèse d'analyse).

On se retranchera plutôt sur l'idée que le principal problème du modèle d'assainissement actuel est qu'il n'est pas sûr. Difficilement gérable au niveau individuel et difficilement contrôlable au niveau de la collectivité, il induit irrémédiablement un risque d'accidents environnementaux, plus ou moins ponctuels et plus ou moins temporaires. Ces accidents se traduiront par des dégâts localisés pouvant entraîner une destruction de portions du complexe récifo-lagonaire, par exemple quant la dégradation d'un trop grand nombre de stations autonomes conduit à un rejet résultant qui dépasse le seuil de pollution « acceptable » par le lagon.

Pour compenser ce type d'impact, on connaît le coût des programmes de restauration écologique des récifs coralliens. La composante biologique du projet de restauration du récif endommagé de la pointe Matira, conduit entre 1996 et 2004 à Bora Bora, a coûté très cher : 350 000 US\$ pour une surface restaurée de moins d'un hectare (7.200 m²). Mais on estimera que l'utilisation de méthodes moins coûteuses de restauration biologique devrait revenir en moyenne à 130.000 US\$/ha, soit environ 13,0 MF CFP par ha, dans les conditions de coût polynésiennes. En ce qui concerne le récif bordant l'agglomération de Papeete, le rapport RST (2007, Figure 16), indique que la moyenne de recouvrement en coraux durs du récif frangeant est d'environ 10 % entre les points 2 et 8 (zone urbanisée) alors qu'elle atteint 50 % entre les points 9 et 16 (zone peu urbanisée). Il faudrait donc restaurer 40 % des quelques 500 ha de récif frangeant entre les points 2 et 8 pour revenir au niveau des zones peu polluées. En considérant un cycle moyen de dix ans (destruction partielle du corail par des événements catastrophiques), il faudrait restaurer 20 ha par an, soit un coût de l'ordre de 260 MF CFP par an. Mais la fragilisation du corail situé près des zones urbaines n'est pas uniquement due aux carences d'assainissement. On introduira arbitrairement un coefficient de 50 % pour tenir compte des autres facteurs. On considérera par ailleurs que l'impact des eaux usées sur la survie du corail, et donc la préservation de sa valeur patrimoniale, reste insignifiant ailleurs qu'en proximité de l'agglomération de Papeete. L'ordre de grandeur de l'impact du non-assainissement sur la valeur de non-usage du patrimoine récifo-coralien est ainsi estimé à 130 MF CFP par an.

TABLEAU 49 - Impact du non-assainissement sur la valeur de non-usage du milieu récifo-lagonaire

HYPOTHÈSES DE CALCUL ET ESTIMATION		
PARAMÈTRE	ESTIMATION	COMMENTAIRE
Surface de récif frangeant en bordure de l'agglomération de Papeete	500 ha	RST
Cycle moyen des événements destructeurs	10 ans	Estimation
Surface à repeupler	40 %	Hypothèse
Coût de restauration biologique	13 MF CFP / ha	Estimation
% responsabilité de l'assainissement	50 %	Hypothèse
VALEUR DE L'IMPACT	130 MF CFP par an	

(45) Le facteur de seulement 4,7 entre le calcul pour Moorea et celui pour l'ensemble du Pays tient au fait que l'on considère que les touristes qui séjournent dans plusieurs îles ne sont pas prêts pour autant à payer plusieurs fois.

Essai de quantification du non-assainissement

Les chapitres qui précèdent mettent souvent en évidence la difficulté de quantifier les impacts observés ou craints dans le futur. Mais l'analyse économique quantitative n'a pas pour but, du moins dans le cas présent, d'afficher des chiffres précis. Il s'agit surtout de situer des ordres de grandeurs.

Le tableau suivant synthétise les estimations de valorisation quantitative des différents impacts du « non-assainissement ».

Tableau 50 - Ordres de grandeurs économiques des différents impacts

TYPE D'IMPACTS	HYPOTHÈSE	COÛT ESTIMÉ MF CFP /AN	OBSERVATION
Tourisme : impact d'image impact de coûts	-10 % CA	1 974 76	en valeur ajoutée Polynésie
Pêche			marginal pour la pêche productive
Eau potable	0,6 Mm3/an	90	principalement Tuamotu
Santé publique	25 % diarrhées	970	probablement surévalué
Bien-être population : loisir lagon Cadre urbain	20 % insat.	622 -	méthode Bien être des transports marginal à défaut d'études plus précises
Aménagement urbain		-	marginal à défaut d'études plus précises
Préservation du patrimoine	20 ha/an	130	coût de restauration écologique
TOTAL		3 862	

On en conclura que l'ordre de grandeur de l'impact économique du « non-assainissement » se situe actuellement autour de 3,9 milliards de F CFP par an.

Encore faut-il bien percevoir le degré de confiance et le caractère plus ou moins optimiste des valeurs obtenues, et analyser leur tendance d'évolution dans le temps.

Tourisme – Impact d'image

L'hypothèse prise d'un impact de 10 % du non-assainissement sur l'attractivité de la destination polynésienne est sans doute sous-évaluée. Bien que difficilement mesurable, l'importance donnée par les touristes internationaux aux questions environnementales augmente indéniablement. Surtout, deux éléments méritent d'être soulignés :

✓ La Polynésie française se trouve engagée dans une guerre concurrentielle qui va en s'exacerbant avec d'autres destinations. L'impact du facteur assainissement dans cette bataille est lié au différentiel entre les avantages offerts par les différents sites. Il dépend non seulement de l'effort polynésien pour combler le handicap actuel, mais aussi de l'effort réalisé par les destinations concurrentes pour valoriser leurs conditions environnementales.

✓ Le risque principal est aléatoire. Le système actuel d'assainissement, surtout à Tahiti et Moorea, est précaire et ne met pas ces sites à l'abri d'accidents plus ou moins dommageables⁽⁴⁶⁾. La reprise de tels accidents par les mass media peut avoir une incidence extrêmement néfaste sur le capital d'image polynésien, et induire des réductions de fréquentation qui vont bien au-delà, durant de nombreuses années, des 10 % qui ont été considérés ici.

A terme, l'importance du critère environnemental dans la formation des choix des touristes ne devrait que croître. Mais l'impact monétaire du non assainissement sur l'économie touristique polynésienne dépend évidemment aussi de l'évolution de la taille de cette activité. Le développement futur du tourisme est une question cruciale pour toute l'économie du Pays. Elle dépend d'une multitude de facteurs, certains endogènes, d'autres exogènes. Plus le tourisme polynésien réussira à s'affirmer, plus le modèle actuel d'assainissement deviendra problématique.

Tourisme – impact de coûts

Le nombre d'hôtels non connectés à des réseaux collectifs d'assainissement dépend de la croissance future du tourisme en dehors de Bora Bora, c'est à dire de l'effectivité des politiques de développement touristique vers les autres îles polynésiennes.

Pêche

Il est peu probable que la pêche lagonaire (autre que de loisir) se développe significativement au cours des prochaines décennies. On considérera que l'impact du non-assainissement sur la pêche restera marginal dans le futur.

Eau potable

La problématique de l'eau potable dans les atolls évoluera avec la taille de la population résidente (ou du tourisme qui s'y rend) et de l'évolution du coût marginal de production d'eau potable par de nouvelles technologies, en particulier de dessalement.

La population des atolls a plutôt tendance à stagner. Le taux de croissance démographique des Tuamotu-Gambier mesuré entre les deux derniers recensements (2002-2007) est de 1,3 % par an. Ce chiffre cache d'importantes disparités entre des îles qui souffrent d'un exode chronique, et d'autres où cette tendance de fond a été compensée par un certain essor (tourisme). Dès lors, l'évolution future dépend fondamentalement de la croissance à venir de la fréquentation touristique des atolls.

Par ailleurs, il est à prévoir une réduction continue et sensible du coût de production d'eau potable par dessalement. Le coût moyen de 150 F/m³ qui a été utilisé dans l'estimation devrait baisser, rendant moins élevée la valeur ajoutée apportée par un meilleur assainissement dans le but d'exploiter les lentilles d'eau douce.

Santé publique

Comme il a été mentionné précédemment, la méthode adoptée pour évaluer l'effet sur la santé publique a probablement tendance à surestimer cet impact. Plus exactement, la forte incidence des diarrhées dans les Tuamotu est probablement liée à la mauvaise qualité de l'eau potable qui y est disponible. L'impact du non-assainissement dans ce cadre est en partie compté deux fois, puisqu'il est aussi pris en compte dans l'estimation de l'impact sur la production marchande d'eau potable dans les atolls.

A terme, la problématique de la santé publique évolue évidemment avec la taille de la population. Si l'on admet que la population résidente en Polynésie française continuera à croître légèrement sur un rythme similaire à celui observé au cours des dernières années (+1,2 % par an de manière relativement constante sur les 25 dernières années), le coût de l'impact du non-assainissement sur la santé publique devrait évoluer de la même manière.

Bien-être – loisir lagon

En admettant que les conditions présentes d'assainissement ne peuvent conduire, au mieux, qu'à une dégradation lente de la qualité des eaux des lagons proches des zones urbaines, et que la préoccupation environnementale de la population polynésienne ne pourra qu'aller en croissant (comme dans le reste du monde), le taux d'insatisfaction des habitants du Grand Papeete face à la qualité du lagon proche devrait s'accroître. A cela s'ajoute la propre croissance en nombre de la population urbaine, qui est cependant faible (+ 0,7 % par an pour l'agglomération de Papeete).

On peut par exemple imaginer que le taux de personnes « très insatisfaites » de la qualité du lagon en temps sec, pourrait doubler dans dix ans, si rien n'est fait entre temps et que le « non-assainissement » persiste. Selon cette hypothèse, le coût annuel augmente progressivement pour doubler en 10 ans.

De même que pour le tourisme, c'est surtout la crainte d'événements accidentels qui est à considérer. La précarité des solutions actuellement en œuvre peut rapidement conduire à des incidents qui détruiraient la confiance de la population.

Bien-être – cadre urbain

Ce thème est évidemment sous-estimé, puisqu'il n'a pu donner lieu à une estimation de coût. Tant que la densité urbaine ne s'accroît pas et que la ville reste relativement horizontale, on peut cependant considérer que l'accommodation que montre la population résidente par rapport à d'éventuelles nuisances liées aux carences de collecte devrait persister.

Aménagement urbain

Ce thème n'a pas fait l'objet d'une quantification. Il est donc sous-estimé.

L'aménagement urbain de l'agglomération de Papeete ne devrait pas connaître un profond bouleversement dans l'avenir.

Préservation du patrimoine

Il est difficile d'évaluer si la mesure de l'impact des carences d'assainissement sur le milieu récifo-coralien est sur ou sous-estimée, du fait du manque de données chiffrées sur l'effet réel des eaux usées sur le corail.

Le scénario pris en compte correspond à une dégradation progressive du massif corallien frangeant face aux zones urbaines, qui ne se reconstitue pas assez vite entre deux épisodes destructeurs. On peut se poser des questions sur l'évolution du rythme des accidents climatiques affectant les systèmes coralliens (tempêtes, blanchissements) au long du siècle qui débute. Il est à craindre que la fréquence des événements nocifs pour le patrimoine corallien s'accroisse. Ce qui ne fait que renforcer à terme l'impact de la fragilisation du corail par les eaux usées.

Tableau 51 - Degré de confiance et tendance d'évolution des valeurs estimées

TYPE D'IMPACTS	COÛT ESTIMÉ MF CFP /AN	OPTIMISTE / PESSIMISTE	FACTEUR PRINCIPAL D'ÉVOLUTION DANS LE TEMPS
Tourisme :			
impact d'image	1 974	Plutôt sous-évalué	Développement de l'activité touristique
impact de coûts	76	Neutre	
Pêche	-	Neutre	Devrait rester marginal
Eau potable	90	Plutôt sous-évalué	Baisse avec le coût de dessalement
Santé publique	970	Sur-évalué	Lié à l'évolution démographique
Bien être population :			
loisir lagon	622	Plutôt sous-évalué	Croissance population urbaine et
cadre urbain	-	Très sous-évalué	de la conscience environnementale
Aménagement urbain	-	Sous-évalué	Modèle d'urbanisation de Tahiti
Préservation du patrimoine	130	Plutôt sous évalué	Changement climatique
TOTAL	3 862		

L'estimation du coût annuel du « non-assainissement » est à comparer avec le montant des programmes d'investissement nécessaires pour combler le retard d'assainissement de la Polynésie française, qui est grossièrement estimé à 50 milliards de F CFP.

Le taux de retour interne d'un investissement ponctuel de 50 milliards destiné à éviter un coût récurrent initialement de 3,9 milliards par an est de :

- ✓ TRI = 7,6 % si le coût récurrent est fixe en valeur réelle
- ✓ TRI = 8,9 % si le coût récurrent croît en valeur réelle au même rythme que la croissance démographique (+1,2 % par an)
- ✓ TRI = 13,0 % si le coût récurrent augmente de 5 % par an en valeur réelle.

On observe ainsi que le retour économique des investissements envisagés pour doter la Polynésie française de systèmes d'assainissement collectifs modernes se justifie, surtout si on estime que les impacts du « non-assainissement » actuel auront tendance à s'aggraver avec le temps. Toutefois, les valeurs de TRI restent relativement modérées, du fait des coûts d'investissement extrêmement élevés qui sont avancés, dépassant les 350 000 F CFP (ou 3 000 €) par habitant directement bénéficiaire.

On rappellera par ailleurs que le surcoût lié au maintien d'un schéma d'assainissement autonome dans l'agglomération de Papeete serait de l'ordre de 0,7 milliard de F CFP par an, si cet assainissement autonome était réalisé de façon appropriée. Pour autant que cette solution soit techniquement administrable, on constate que l'application stricte des mesures nécessaires pour que le modèle d'assainissement autonome fonctionne pleinement, permettrait de réduire en grande partie les effets négatifs du « non-assainissement » pour seulement 20 % de leur coût.

Annexe

Note méthodologique

10.1. L'analyse économique

On distingue classiquement l'analyse économique de l'analyse financière d'un projet de développement.

✓ L'analyse financière s'attache à une dimension micro-économique. Le projet est regardé par le petit bout de la lorgnette. Il s'agit d'évaluer les flux monétaires résultant du projet sur les principaux acteurs et bénéficiaires : le maître d'ouvrage, l'exploitant, les usagers dans le cas d'un projet d'assainissement. Seules sont prises en compte les transactions directes faisant l'objet d'échanges monétaires, au prix qu'elles coûtent ou qu'elles rapportent à ces acteurs sur le marché, pour en dégager l'impact sur leurs comptes, grâce à la construction d'indicateurs tels que le taux de retour interne ou la valeur actuelle nette.

✓ L'objectif de l'analyse économique est autre. Il s'agit d'évaluer l'ensemble des impacts du projet sur la collectivité, que celle-ci soit mondiale, nationale ou régionale. L'approche est résolument macro-économique.

L'analyse économique s'appuie sur l'analyse financière, qui correspond en général à la première étape du processus. Mais elle s'en écarte principalement pas deux aspects :

✓ Les coûts et bénéfices « marchands » sont établis dans l'analyse financière à partir des prix effectifs auxquels les acteurs ont accès. Ces prix traduisent la valeur des biens échangés telle qu'elle est inscrite dans les comptes, mais ne reflètent pas forcément la valeur des biens pour la collectivité.

La TVA constitue un exemple simple : Elle est payée par le consommateur final. Elle doit donc être considérée dans l'analyse des flux financiers. Mais au regard de la collectivité prise dans son ensemble, elle ne correspond qu'à un transfert. Elle doit être ôtée de l'analyse économique.

D'autres facteurs sont plus complexes, et demandent un retraitement des prix plus sophistiqué, autour d'un concept de valeur ajoutée créée pour la collectivité. Certains prix sont subventionnés, d'autres, comme les salaires au personnel local représentent un coût pour l'entreprise, mais qui s'annule, du moins en partie, avec le bénéfice qu'en retire la collectivité au travers des salaires qui sont réinjectés dans l'économie locale.

La première étape de l'analyse économique consiste donc à reprendre l'évaluation financière, en éliminant les valeurs qui ne sont que des transferts entre agents de la même collectivité, et en établissant un jeu de prix distinct des prix de marché, susceptible de mieux traduire la valeur réelle des biens. Quand les premières démarches d'analyse économique des projets ont été faites, dans les années 70, on appelait ces prix économiques des shadow prices (prixombres).

✓ Mais on comprend intuitivement que les effets d'un projet ne sont pas seulement ceux que l'on peut traduire par la production de biens dits « marchands », c'est à dire de biens qui ont un prix de marché. Il influe aussi plus ou moins directement sur d'autres bénéfices ou préjudices, souvent immatériels ou intangibles, qui n'ont pas de prix de marché. Ce sont les « externalités ».

Un projet d'assainissement permet d'améliorer la santé publique, ou de préserver la qualité de l'eau de la plage voisine. Quelles valeurs attribuer à ces bénéfices pour la collectivité ? Comment monétariser ces effets pour pouvoir comparer leur échelle d'importance ?

L'évaluation économique est une discipline délicate, dont les résultats sont souvent construits à partir de méthodes simplificatrices et d'hypothèses intuitives, empiriques et quelques fois polémiques. C'est une science jeune, qui n'a certainement pas encore atteint un niveau de maturité suffisant pour que les chiffres qu'elle fournit puissent être reçus et utilisés sans une profonde analyse de la rigueur de la méthode employée, de la pertinence des hypothèses prises et de la fiabilité des données mobilisées.

L'analyse économique a connu un premier essor dans les années 70-80, notamment sous l'impulsion de la Banque Mondiale, qui cherchait à mieux évaluer l'impact des projets qu'elle finançait sur le développement. L'effort était alors centré sur la prise en compte des effets distributifs et des effets en cascade, sur les méthodes de calcul du shadow-pricing.

Plus récemment, la montée en puissance des préoccupations environnementales a donné un nouveau souffle à l'analyse économique, en se focalisant cette fois sur la monétarisation des externalités.

En France, la D4E (Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale) du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable (MEDAD) coordonne les réflexions. Ses publications se traduisent par deux fronts de travail :

- ✓ L'approfondissement et la standardisation de méthodes d'évaluation des externalités environnementales.
- ✓ L'identification de valeurs – guide, c'est à dire de valeurs de références, reprises de la littérature existante, qui peuvent par comparaison donner un ordre de grandeur quand il n'est pas possible d'effectuer une étude spécifique pour le projet en cours d'analyse.

Plus récemment, la Division Eau & Assainissement de la Direction des Opérations de l'AFD a initié une action visant à développer un outil d'évaluation économique de l'assainissement. Une première étude a été réalisée courant 2008 par Arthur Germond, avec l'objectif de poser les premiers jalons vers l'établissement d'une méthodologie normative et standardisée.



Analyse de l'étude Germond (AFD, 2008)

Cette étude s'inscrit dans une double démarche :

- ✓ La volonté de disposer d'une méthodologie normative et standardisée d'évaluation ex ante des projets d'assainissement permettant de synthétiser par quelques indicateurs simples l'ensemble des effets attendus (sanitaire, environnemental, etc.) ;
- ✓ La nécessité de se doter d'un outil « scientifique » d'évaluation de l'impact de l'assainissement pour consolider le plaidoyer de l'AFD en faveur de celui-ci.

Jusqu'ici, l'estimation de l'impact des projets d'assainissement de l'AFD souffrait de deux carences : l'ensemble des impacts n'était pas forcément traité, ou n'était pas valorisé en termes économiques, et l'évaluation était faite sur une base ad hoc rendant difficile la comparaison des résultats entre projets. La méthodologie envisagée vise à monétariser les différents impacts de manière à pouvoir les comparer. L'auteur s'attache à définir le cadre d'analyse, en introduisant divers concepts généraux, puis à sélectionner des valeurs-guides issues de l'analyse de la littérature disponible. Bien que dérivées d'études de cas distinctes, ces valeurs peuvent permettre à l'AFD d'estimer par comparaison les ordres de grandeurs des principaux impacts des projets qu'elle analyse.

Cette étude ne doit être considérée que comme le premier pas d'un projet plus ambitieux. Elle a pour qualité d'introduire des concepts importants et d'initier une vaste révision de la littérature existante. Elle reste cependant limitée par un manque de profondeur et d'exhaustivité dans l'abordage des divers impacts à mesurer.

10.2. L'évaluation de l'inaction

Dans le cas présent, il ne s'agit pas d'évaluer l'impact économique d'un projet, mais plutôt d'une absence de projet.

Le coût de l'inaction face aux défis environnementaux fait l'objet de diverses études et publications récentes. On notera en particulier l'étude de l'OCDE publiée en 2008 sur « Le coût de l'inaction sur des défis environnementaux importants » qui aborde notamment le coût de l'inaction face à la pollution de l'eau (Chapitre 2).

L'approche s'apparente étroitement aux techniques d'analyse économique de projet, pour laquelle on cherche généralement à comparer l'impact du projet avec la situation qui subsisterait « sans projet ».

Encore faut-il définir précisément ce que l'on appelle « inaction », ou dans le cas présent, « non-assainissement ».

Un certain niveau d'assainissement existe déjà en Polynésie française, et il ne saurait être question de s'efforcer à analyser ce qu'il en serait si ces infrastructures existantes étaient subitement supprimées.

De même, il existe d'ores et déjà une certaine pratique « inertielle » de mesures et d'équipements que l'on peut considérer comme garantis pour les développements futurs.

A l'instar du rapport OCDE (2008), on définira ici l'inaction comme l'absence de nouvelles mesures au delà de celles déjà mises en œuvre. Les politiques existantes restent cependant en place. Dans cette hypothèse, le projet en cours d'assainissement de Papeete est finalisé, mais n'est pas ensuite complété par d'autres initiatives publiques.

Cette solution a l'intérêt pragmatique de porter « à l'actif » du gouvernement les mesures déjà prises, mais non celles qu'ils ont simplement promis de mettre en œuvre (ce qu'ils ne feront peut-être jamais). Toutefois, cette définition soulève immédiatement la question de savoir ce que recouvre exactement le statu quo, et comment le modéliser au mieux dans un contexte dynamique.

10.3. La monétarisation des impacts sur l'économie productive

La monétarisation consiste à estimer la valeur monétaire des impacts d'une activité, ou, comme dans le cas présent d'une non activité.

La monétarisation des effets marchands résultant d'une altération de l'économie productive est conceptuellement simple, même si elle peut conduire à des difficultés dans sa mise en pratique.

Les techniques d'évaluation sont basées sur l'analyse coût-bénéfice. L'objectif ultime est de calculer la somme des flux escomptés des bénéfices nets (soit les bénéfices moins les coûts), générés par un projet à travers le temps. C'est ce qu'on appelle la Valeur Nette Actuelle (VNA). Deux questions pratiques se posent :

- ✓ Comment escompter l'avenir, c'est à dire afficher une priorité aux bénéfices obtenus rapidement face à ceux qui n'apparaîtront que plus tard ?
- ✓ Comment déterminer les valeurs économiques, c'est à dire les valeurs des biens échangés pour l'ensemble de la collectivité, à partir des prix de marchés, qui reflètent la valeur de ces biens pour les agents économiques directement engagés dans la transaction ?

En matière d'horizon temporel, le Guide d'Analyse Economique de l'AFD (2004) recommande un horizon d'analyse de 30 ans (en incluant la phase de construction). Au long de cette période d'analyse, le taux d'actualisation adopté doit refléter la préférence pour le présent face au futur. Dans le cas des biens et services environne-

mentaux, le choix est délicat, et souvent controversé. Il peut même être question de taux d'actualisation négatifs, qui reviennent à favoriser le futur plus que le présent.

Quant aux valeurs économiques, elles s'obtiennent en retraitant les prix de marché de façon à prendre en compte de manière appropriée la valeur réelle pour la collectivité (ici le Territoire). Cela revient à :

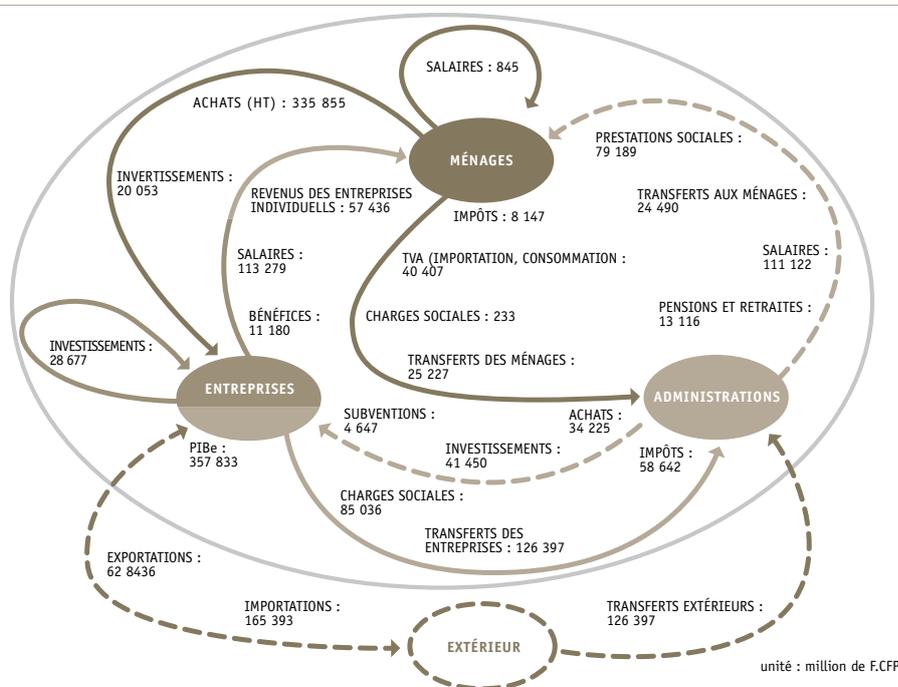
✓ Extraire des flux financiers les taxes et impôts qui ne sont qu'un transfert de valeur entre les agents économiques de la même collectivité.

✓ Ajouter les éventuelles subventions gouvernementales qui représentent un coût pour la collectivité mais qui ne sont pas traduites par les flux financiers directs.

✓ Extraire des flux financiers la valeur ajoutée locale qui est intégrée dans les prix de marché des consommations intermédiaires.

Pour ce faire, on peut s'appuyer sur le schéma général des comptes économiques du Territoire de la Polynésie Française, tel qu'il est fourni par l'ISPF.

FIGURE 18 - Modélisation des flux économiques – Données 2005



Source : ISPF : Comptes économiques 2005, Points Forts de la Polynésie Française, n°6 / 2008

TABLEAU 52 - Données générales sur l'économie polynésienne

	M F CFP	2005	2006	2007
Importations totales (CAF)		165 353	157 531	162 453
Exportations totales (FAB)		20 828	12 043	17 135
dont : perles de culture		12 839	12 043	12 103
Produit Intérieur Brut (PIB)		525 957		
SMIG mensuel brut (F CFP)		125 000	131 000	137 000
Taux d'activité			58	
Taux de chômage			11,7	
Recettes publiques :				
Impôts indirects (Territoire)		75 607	76 966	78 977
Impôts directs (Territoire)		23 561	25 145	24 865
Dépenses totales de l'État Fr.		148 618	159 100	

10.4. La monétarisation des intangibles

La monétarisation des intangibles demande une réflexion plus poussée que celle des effets directs sur l'économie productive, en revenant sur la définition de la valeur économique d'un bien naturel.

Selon la théorie la plus communément admise, on distinguera plusieurs dimensions qui s'additionnent pour donner la valeur économique totale du bien :

- ✓ La valeur d'usage (direct et indirect)
- ✓ La valeur d'option
- ✓ La valeur d'existence
- ✓ La valeur de legs

La **valeur d'usage** se rapporte à l'ensemble des usages qui est fait du milieu (pêche, tourisme, extractions de granulat, etc.). Elle se compose d'une valeur d'usage directe qui s'exprime sous la forme d'un bien de consommation (produit de la pêche, nuits d'hôtel) et d'une valeur d'usage indirecte qui s'exprime sous la forme de services associés. La valeur d'usage directe se mesure par la valeur ajoutée du bien produit ou consommé, ou surplus du producteur, qui correspond au prix de vente sur le marché moins les coûts de production.

La **valeur d'existence** est celle qu'un individu attache à l'existence d'un milieu naturel sans en avoir un usage présent ou futur. La valeur d'existence est aujourd'hui le vecteur par lequel les économistes tentent d'inclure les valeurs d'ordre culturel et social dans leur analyse. En règle générale, la valeur d'existence s'estime par les techniques d'évaluation contingente qui, à partir d'un questionnaire, précise les sommes que la population consent à payer pour que le milieu soit préservé en l'état. Pour éviter la confusion entre valeur d'existence et valeur d'usage, la solution la plus logique consiste à n'évaluer la valeur d'existence qu'auprès des non-usagers du bien. Se posent alors les questions de la taille de la population à échantillonner et de sa localisation.

« Dans l'imaginaire collectif des occidentaux, les récifs des îles intertropicales sont des symboles de la pureté et de la virginité mais aussi de l'abondance et de la fécondité du monde marin. Aussi, les touristes se rendant dans les îles du Pacifique recherchent-ils de manière consciente ou le plus souvent inconsciente cette virginité associée au récif. Même s'ils se limitent à bronzer sur les plages et à se baigner dans un mètre d'eau sans voir un corail de leur séjour, ils se sentent en communion avec le récif et les images qu'il représente. Il leur suffit d'imaginer que celui-ci est proche et cela suffit à leur bonheur. » (David et al, 2008)

La **valeur d'option** correspond à ce qu'un individu est prêt à payer pour maintenir l'option d'un usage futur du milieu, que l'on connaisse ce dernier ou pas. Ce n'est donc plus l'usage effectif et présent du bien qui est considéré mais le bénéfice potentiel que son usage futur laisse espérer. La valeur d'option peut alors être assimilée à une prime d'assurance payée maintenant pour se garantir d'un futur incertain. L'évaluation contingente est considérée comme étant l'unique méthode pour estimer cette valeur.

« en situation d'incertitude et pour un individu présentant une aversion pour le risque, il peut en effet être rationnel de garder ouverte une option qui peut s'avérer utile dans l'avenir. » (Faucheux et Noël, 1995, p. 213)

La **valeur de legs** est la projection dans le futur de la valeur d'existence. Les mêmes méthodes seront employées pour définir cette valeur avec toutes les difficultés rencontrées précédemment en matière de représentativité de la population échantillonnée. Souvent, les valeurs d'option et de legs sont tellement associées qu'elles sont confondues. En effet, les populations interrogées sur la valeur d'un milieu ont du mal à faire la différence entre valeurs de legs et d'option. Le souci de léguer à ses enfants et petits enfants un milieu en bon état repose aussi largement sur l'espoir de les voir utiliser ce milieu dans le futur.

En revanche, lorsque les usages futurs ne sont pas encore connus, car ne reposant pas sur la prolongation dans le temps des usages actuels, alors la valeur d'option prend toute sa place et se distingue aisément de la valeur de legs. La valeur de legs et la valeur d'option peuvent être réunies sous un vocable commun : la valeur patrimoniale qui exprime le souhait de transmettre aux générations futures le milieu en tant que tel ainsi que les ressources qu'il abrite et les usages qui pourront éventuellement en être fait.

10.5. Principales méthodes d'évaluation

On distingue deux grandes familles d'approche pour estimer la valeur que la population donne aux conséquences non directement monétaires d'un changement de l'usage d'une ressource :

- ✓ Les techniques de « préférence révélée » (revealed preference) visent à observer le comportement observable sur certains marchés de biens ou services qui sont réels, et qui ont une liaison plus ou moins directe avec le bien étudié. On cherchera ainsi à estimer la valeur attribuée par la société à un environnement plus ou moins dégradé en observant le marché de l'immobilier (méthode des prix hédoniques), où à mesurer la valeur donnée à un site touristique en analysant le déplacement que les touristes sont prêts à effectuer pour visiter ce site (méthode des coûts de transport).
- ✓ Les techniques de « préférences déclarées » (stated preference) consistent à simuler un marché virtuel en questionnant la population sur l'argent qu'elle serait prête à payer pour préserver le bien.

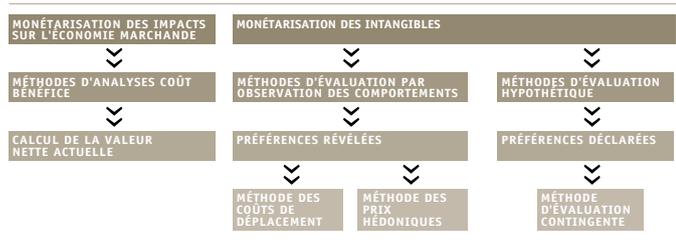
Les méthodes de préférences révélées sont en général fiables et robustes. Elles incluent principalement les techniques de coût de transport, très employées pour analyser la valeur touristique, et les techniques des prix hédoniques, qui concernent plus particulièrement la mesure du bien-être des populations résidentes.

Ces techniques sont toutefois d'un usage limité. Elles ne fonctionnent que lorsqu'il est possible d'identifier un marché réel et mesurable à partir duquel il est envisageable de dériver la valeur du bien non marchand que l'on cherche à estimer (par exemple le marché immobilier de la côte pour estimer la valeur sociale attribuée à une plage).

Ces limitations ont encouragé les économistes à développer les techniques basées sur les préférences déclarées, telles que la méthode de l'évaluation contingente.

Dans sa conception initiale, l'évaluation contingente consistait à appliquer des questionnaires sur un échantillon représentatif de la population concernée. Les personnes sondées devaient annoncer le volume maximum d'argent qu'elles seraient prêtes à payer pour un ensemble donné de résultats non marchands (combien êtes vous prêts à payer pour que la plage soit baignable ?).

FIGURE 19 - Méthodes d'évaluation économique



10.5.1. Méthode des coûts de transport

Cette méthode est communément utilisée pour mesurer la valeur économique des sites touristiques.

Elle a l'avantage d'être de fournir des valeurs représentatives du comportement de la population. Il est évident aujourd'hui que les touristes sont prêts à réaliser de grands déplacements pour visiter des sites exceptionnels, la Polynésie française en est un exemple probant. Le coût de ces voyages fournit une approximation de la valeur que le touriste donne au site. En mesurant comment le taux de visites varie en fonction du coût, on peut alors estimer la fonction de demande de la destination.

La première apparition de la Méthode des Coûts de Trajet date de 1947, lorsque le Service des Parcs Nationaux nord-américain a voulu déterminer les parcs qui devaient être protégés en priorité.

Étapes de calcul

1. Obtention des données

Des questionnaires sont appliqués auprès des visiteurs du site récréationnel pour estimer leur coût de déplacement et leur fréquence de visites.

2. Modélisation de la courbe de demande

Le coût de la visite prend en compte les dépenses de voyage, ainsi que le coût d'opportunité du temps qui y a été consacré.

A partir de ces données, des courbes de demande sont modélisées, reliant le nombre de visites au coût observé.

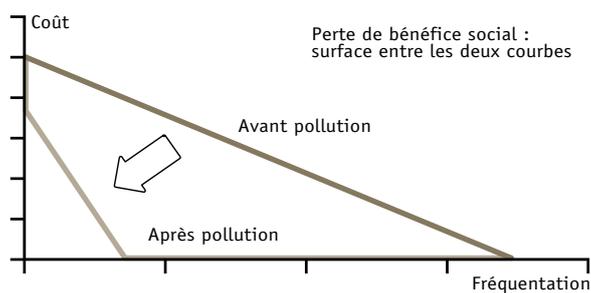
3. Volonté à payer

La surface située sous la courbe de demande correspond au « surplus du consommateur » qui approche la volonté à payer individuelle pour le site.

4. Mesure de l'impact de la pollution

Si on assume que la qualité de l'eau est un facteur essentiel de la capacité d'attraction d'une réserve marine, une modification de cette qualité (ou de l'idée que se font les consommateurs de cette qualité) doit se traduire pour un déplacement de la courbe de demande. La réduction de l'aire du surplus du consommateur permet d'estimer la perte de bénéfice social due à la pollution.

Figure 20 - Valorisation de l'impact de la pollution par la méthode des coûts de transport



Exemple d'application de la méthode des coûts de transport

Carr et al. (2003) : Valuing Coral Reefs : A Travel Cost Analysis of the Great Barrier Reef, *Ambio* vol. 32 n° 5, août 2003, Royal Swedisch Academy of Sciences.

10.5.2. Méthode des prix hédoniques

La méthode des prix hédoniques⁴⁷ permet de mesurer la valeur d'aménités ou de dommages environnementaux en observant les transactions immobilières. Elle repose sur l'idée que le prix d'un logement dépend de ses caractéristiques, y compris la qualité de l'environnement. Les différences de prix constatées entre des biens présentant par ailleurs des caractéristiques identiques fournissent une information sur le prix implicite de l'actif qui améliore (ou dégrade) la qualité de l'environnement.

La méthode des prix hédoniques suppose l'existence d'un marché immobilier local fluide et bien documenté. Elle suppose aussi que les individus sont conscients de la qualité relative de l'environnement et que cette qualité est prise en compte dans leurs décisions.

Étapes de calcul

Le premier pas consiste à spécifier la fonction de prix hédonique, en définissant les variables de la fonction explicative du prix de l'immobilier :

- ✓ Les données physiques liées au bien (surface, existence d'ascenseur, etc.)
- ✓ Les données de voisinage (accès aux transports, existence de réseau d'assainissement, proximité des commerces, etc.)
- ✓ Les données de qualité environnementale.

(47) « Hédonique » : lié au plaisir

L'analyse économétrique requiert un large échantillon de données, capable d'assurer la consistance statistique de la régression linéaire.

Pour autant que l'échantillon considéré ne soit pas biaisé (marché segmenté) et que les variables soient bien choisies, la régression permet d'estimer la contribution du prix liée aux variables qui intéressent (ici, l'accès au réseau d'assainissement et la distance des sites pollués). On peut alors en dériver la courbe de demande des biens correspondants.

Cette méthode a permis, par exemple, de mesurer le consentement à payer des ménages pour bénéficier des aménagements urbains du Nouvel Urbanisme à Portland (Etats-Unis) dans le cadre d'une politique de lutte contre l'étalement urbain. Elle permet aussi de mesurer les bénéfices d'une amélioration de la qualité de l'air. A Séoul (Corée du Sud), améliorer la qualité de l'air de 4 % augmenterait le bien-être des ménages d'un montant équivalent à 1,5 % du prix moyen des logements.

Elle peut être utilisée pour mettre en évidence l'impact des sites pollués sur le prix de l'immobilier. Une étude réalisée en Géorgie (Etats-Unis) montre que les pertes de valeur des propriétés liées à l'existence de sites pollués représentent environ 10 % de la valeur totale des propriétés situées à proximité d'un site pollué.



Dans une étude récente consacrée à la baie de Chesapeake, Poor et al. (2007) ont calculé qu'une augmentation de 1 mg/litre (soit à peu près 8 %) des matières en suspension totales faisait baisser les prix de l'immobilier de 1 086 USD (soit 0.5 % environ). De même, une variation de 1 mg/litre (300 %) de la concentration d'azote inorganique dissous provoque une dévalorisation de l'immobilier de 17 642 USD (soit 9 % environ). Plusieurs études ont été consacrées en Nouvelle-Angleterre à l'effet de la transparence de l'eau sur le prix des biens immobiliers situés en bordure de lacs. Il a ainsi été calculé qu'une perte de visibilité d'un mètre sous l'eau provoquait un recul des prix de 6 %.⁴⁸

10.5.3. Evaluation contingente

Sur une place de marché, les individus sont sensés avoir une information claire sur laquelle baser leurs évaluations et décisions. Les économistes peuvent estimer la valeur que chacun place dans un bien « marchand » en observant les comportements d'achat.

L'idée de l'évaluation contingente est de simuler un marché quand celui-ci n'existe pas, en demandant aux gens ce qu'ils seraient prêts à payer pour tel avantage. La valeur n'est pas « révélée » par l'observation d'un marché existant, comme dans les cas précédents, mais « déclarée » par les acteurs économiques dans un cadre hypothétique.

La méthode d'évaluation contingente (CVM – Contingent Value Method) permet d'estimer la valeur économique d'une large gamme de biens non marchands. Elle se base sur l'application de questionnaires visant à déterminer le consentement à payer (CAP) selon des conditions bien définies (contingences) dans l'énoncé des questions.

L'intérêt de la méthode est qu'elle est utilisable pour attribuer une valeur à tout et n'importe quoi. Son inconvénient est qu'elle est lourde et onéreuse (application et traitement de questionnaires), et que sa pertinence devient vite discutable quand il s'agit de valoriser « n'importe quoi », c'est à dire quand les questions sont tellement éloignées d'une situation d'achat que les personnes interrogées ont justement tendance à répondre « n'importe quoi ».

Etapes de calcul

La première étape consiste à formuler le cadre d'un marché hypothétique, et à traduire ce cadre sous la forme de questions intelligibles qui évitent les biais dans les réponses, et qui placent la personne sondée le plus près possible d'une situation de prise de décision d'un paiement.

La technique a été fortement critiquée. Les enquêtés n'ont pas forcément un comportement rationnel pour répondre à des questions qui semblent parfois incongrues. Diverses améliorations ont été introduites, comme le fait de demander de choisir entre certaines valeurs pré-établies. Mais la difficulté persiste dans l'assurance d'appliquer des questionnaires qui n'introduisent pas de sur ou sous-estimations des réponses dans des situations qui ne simulent pas parfaitement un processus de prise de décision.

Une autre difficulté résulte dans l'obtention de la CAP collective, à partir du résultat des CAP individuelles. Des hypothèses doivent être prises sur l'univers de population concernée (quel espace géographique, quelle partie de la population locale ?) et sur l'échelle de temps à considérer.

En fin de compte, la pertinence du résultat dépend de la réponse aux interrogations suivantes :

- ✓ L'échantillon de population sondée est-il statistiquement représentatif (absence de biais) et consistant (intervalle de confiance) ?
- ✓ Est-il certain que les gens ont bien compris le marché hypothétique qui leur a été proposé ?
- ✓ Leurs réponses sont-elles rationnelles, simulant un véritable processus de prise de décision ?

En 1993, un panel d'experts observant les expériences existantes a publié un ensemble de recommandations pour l'usage des enquêtes d'évaluation contingente dans le cadre des cas de justice pour l'attribution de compensations financières aux populations touchées par la marée noire de l'Exxon Valdez (Alaska, 1989). Un résumé de ces recommandations (dites NOAA Guidelines) est présenté dans l'encadré suivant, issu de Bolt et al. (2005) :

(48) Cité dans OCDE (2008), p. 69

Recommandations du rapport NOAA sur l'application de la CVM

(repris de Bolt et al., 2005)

En raison d'un grand nombre de considérations et de problèmes liés à la technique de l'évaluation contingente, le débat concernant sa crédibilité est permanent. A la fin des années 1980s, plusieurs questions ont été soulevées quant à la possibilité de l'utiliser dans le cadre judiciaire pour estimer des dommages. A la suite de la marée noire causée par l'Exxon Valdez en 1989, le Oil Pollution Act (loi sur la pollution par le pétrole) de 1990 est entrée en vigueur. Conformément à la nouvelle loi, le Département du Commerce aux E.U., à travers la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), s'est vu demander de donner son opinion quant à savoir si le recours à la CVM permettait d'obtenir des estimations des valeurs de non-usage ou d'existence suffisamment fiables pour être utilisées dans le cadre de l'évaluation des dommages causés aux ressources naturelles. Le panel a alors mis au point une série de directives dont, à son avis, les applications futures de la CVM doivent tenir compte. Parmi ces directives, sept – des plus importantes – sont résumées ci-après.

1. Les applications de la CVM devraient chaque fois que possible privilégier, dans le cadre d'un sondage, les entretiens directs (face à face) plutôt que par téléphone, et les entretiens téléphoniques plutôt que les sondages par courrier.
2. Les applications de la CVM doivent, chaque fois que possible, déceler le CAP plutôt que le CAA (Consentement à Accepter). La raison en est que les questions relatives au CAA peuvent provoquer un comportement stratégique chez le sondé, tenté de surestimer la valeur réelle.
3. Les applications de la CVM doivent se faire sous forme de référendum. Il faut demander au sondé quel serait son vote si on lui proposait un programme qui engendrerait un bénéfice environnemental, en contrepartie d'une augmentation des taxes ou des prix du produit. Le panel a pensé que comme les individus sont souvent appelés à faire de tels choix dans le monde réel, leurs réponses auraient ainsi plus de chance de refléter les évaluations réelles.
4. Les applications de la CVM doivent commencer par un scénario qui décrit de la manière la plus claire et la plus compréhensible possible les effets prévus du programme.
5. Les applications de la CVM doivent rappeler constamment aux sondés que le CAP pour le programme ou la politique en question réduira d'autant les sommes qu'ils consacrent à d'autres dépenses.
6. Les applications de la CVM doivent rappeler constamment aux sondés l'existence de substituts à la « marchandise » en question. Par exemple, si on demande aux sondés quel serait leur vote sur une mesure destinée à protéger un espace naturel vierge, il faut leur rappeler que d'autres espaces existent déjà ou sont créés indépendamment de celui sur lequel porte le sondage.
7. Les applications de la CVM doivent comporter une ou plusieurs questions de suivi, pour s'assurer que les sondés ont bien compris ce qui leur est demandé, et découvrir ce qui motive leurs réponses.

Les directives de la NOAA ont fait l'objet de critiques parce qu'il semblait que l'objectif en était de rendre l'application de la CVM très onéreuse. Les directives ont été élaborées dans le cadre du règlement de litiges, et le panel pensait donc qu'il était indispensable que les CVMs soient d'excellente qualité.

Il n'existe pas d'approche standard dans le cadre des CVMs, mais les directives de la NOAA fournissent un cadre pour une bonne application.

10.6. Les valeurs-guide

Une soixantaine d'études ont été réalisées en France pour mesurer les bénéfices ressentis par les usagers des espaces naturels. L'Agence Seine Normandie (2007) a extrait de ces études les résultats les plus significatifs pour ce qui est de l'assainissement.

Valeurs-guides indiquées par l'Agence de l'Eau Seine Normandie Bénéfices liés à la préservation des milieux pour un usage récréatif

CONTEXTE	VALEURS-GUIDE	ÉTUDE
PROJET D'AMÉLIORATION / ÉVALUATION CONTINGENTE		
Passage d'un cours d'eau de plaine de taille moyenne d'un état dégradé à la classification « Cours d'eau en bon état »	34 €/ ménage / an pour le public fréquentant le cours d'eau. 24 €/ ménage / an pour les ménages non-usagers des communes riveraines	D4E (2005) Le Loir
Passage de la qualité de l'eau de « moyenne » à « bonne » pour la rade d'une grande ville	20 € à 44 €/ ménage / an à appliquer au nombre de ménages de la ville fréquentant le site	Le Goffe (1994) Brest
Projet d'assainissement pour réduire l'eutrophisation d'un étang méditerranéen	30 € à 33 €/ ménage / an à appliquer au nombre de ménages fréquentant les sites récréatifs de l'étang	Rudloff et Salles (1992)
VALEUR EN L'ÉTAT / COÛTS DE TRANSPORT		
Cours d'eau de plaine de qualité médiocre	14 € à 17 €/ visite / promeneur à appliquer au nombre de visites du site	D4E (2005) Le Loir
Estuaire	41 € à 48 €/ visite / promeneur à appliquer au nombre de visites du site	D4E (2003) Estuaire de l'Orne



Bibliographie

(2008) : Contrat de projets État Polynésie française 2008-2013

Adjeroud, M., Laguy, E., Lison de Loma Th., Penin L. (2007) : Réseau de surveillance du milieu lagunaire de Tahiti -RST 2007. Rapport Final. CRILOBE -Délégation de l'Environnement de Polynésie Française. 55 p.

AFD (2004) : Guide d'analyse économique

AFD (2007) : Etude d'impact économique et financier du projet d'assainissement du Grand Nador, Etude ASPA, rapport final, décembre 2007.

AFD (2008) : Analyse économique d'un projet d'assainissement – Collecte et ou traitement des eaux usées domestiques et industrielles en milieu urbain, Etude réalisée par Arthur Germond, Division eau & Assainissement, Direction des Opérations

AFD (2008) : Etude sur les déterminants de la demande et la volonté de payer l'eau dans 6 communes de Polynésie française, Etude réalisée par Gilles Roger pour la Division Eau et Assainissement. Rapport final, version provisoire, octobre 2008

Agence de l'Eau Seine Normandie -AESN (2007) : Bénéfices de l'assainissement, version 15/02/07

Allain, Joël (2002) : Urban Services in their Relationship to Urban Development in Pacific Islands: The case of Bora Bora, Annales du séminaire Sustainable Urban Services, Pacific Economic Cooperation Council, Nouméa, 2002, pp. 87-95.

Bloom, D., David Canning, D. et Sevilla, J. (2001) : The Effect of Health on Economic Growth: Theory and Evidence, NBER Working Paper n°8587.

Bonnieux, F. et P. Rainelli (1991) : Catastrophe écologique et dommages économiques: Problèmes d'évaluation à partir de l'Amoco Cadiz, INRA, Economica, Paris.

Bolt, K., Ruta, G., Sarraf, M. (2005) : Estimating the Cost of Environmental Degradation, World Bank, Environment Department Papers, Septembre 2005

Bonnieux, F. et P. Rainelli (2003) : Lost Recreation and Amenities: The Erika Spill Perspectives, International Scientific Seminar: Economic, Social, and Environmental Effects of the Prestige Spill, Saint-Jacques de Compostelle, mars 2003

Carr et al. (2003) : Valuing Coral Reefs : A Travel Cost Analysis of the Great Barrier Reef, *Ambio* vol. 32 n°5, août 2003, Royal Swedish Academy of Sciences

CESC (2003) : La pêche lagunaire en Polynésie, Rapport n° 128, présenté par M. Maamaatuaiahutapu, adopté en commission le 14 octobre 2003

Charles, Mahé (2005) : Functions and Socio-Economic Importance of Coral Reefs and Lagoons and Implications for Sustainable Management : Case Study of Moorea, French Polynesia. MSc Thesis of Environmental Sciences, Wageningen University, 147 p.

CHSP : Etat des lieux de l'assainissement des eaux usées domestiques par station d'épuration – Période 2003-2006

CHSP : Qualité bactériologique des eaux de baignade à Tahiti, Moorea, Bora-Bora, Raiatea et Huahine – Année 2007

Corso, P.S. et al. (2003) : Cost of Illness in the 1993 Waterborne Cryptosporidium Outbreak, Milwaukee, Wisconsin, *Emerging Infectious Diseases*, vol. 9, n°4, avril 2003

Coudert, C., Beau, F., Berlioz-Artaud, A., Melix G. et al. (2007) : La leptospirose humaine en Polynésie Française : aspects épidémiologiques, cliniques et bactériologiques. *Med. Trop.* Vol 72. pp. 1337-1344.

David, G., Herrenschmidt, J.B., Mirault, E., Thomassin, A. (2007) : Valeur sociale et économique des récifs coralliens du Pacifique insulaire, IRD, Initiative Corail pour le Pacifique, *Eléments méthodologiques*, juin 2007

Dwight et al. (2005) : Estimating the Economic Burden from Illness Associated with Recreational Coastal Water Pollution – a Case Study in Orange County, California, *Journal of Environmental Management*, vol. 76, pp. 95-103

Edwards, A. et Gomez, E. (2007) : Restauration récifale : concepts et recommandations. *IFRECOR -CRISP*. 44 p.

Esrey, S.A., Potash, J.B., Roberts, L., Schiff, C. (1991) : Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. *Bulletin of the World Health Organization* 69(5), 609-621

Faucheux, S. et Noël, J.F. (1995) : Economie des ressources naturelles et de l'environnement, Armand Collin, Coll. U Economie, Paris, 370 p.

Fewtrell, L. & Colford, J. Jr. (2004) : Water, sanitation and hygiene : Interventions and diarrhoea – A systematic review and meta-analysis, World Bank Health and Nutrition Discussion Paper.

Fichez, R., Adjeroud, M., Boec, Y-M., Breau, L. et al. (2005) : Review of selected indicators of particle, nutrient and metal inputs in coral reef lagoon systems. *Aquat. Living. Resour.* 18, pp. 125-147.

- Freeman III, Myrick A. (2002) : Environmental Policy Since Earth Day I: What Have We Gained?, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 16, n°1 (Hiver 2002), pp. 125-146
- Gabrié, C. (1998) : L'État des récifs coralliens en France outre-mer. Nouvelle Calédonia, Wallis et Futuna, Polynésie française, Clipperton, Guadeloupe, Martinique, Mayotte, La Réunion, Iles Éparses de l'Océan Indien. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement Secrétariat d'état à l'Outre-Mer. 136 p.
- Gabrié, C., You, H., Farget, P. (2007) : Etat de l'environnement en Polynésie Française 2006. 369 p.
- Gagnon, Nicolas (2007) : Health Costs of Inaction with Respect to Water Pollution in OECD Countries, OCDE
- Georgiou, S., I.J. Bateman et I.H. Langford (2005) : Cost-Benefit Analysis of Improved Bathing Water Quality in the United Kingdom as a Result of a Revision of the European Bathing Water Directive, in R. Brouwer et D. Pearce, *Cost-Benefit Analysis and Water Resources Management*, Edward Elgar, pp. 270-289
- Gibbs, J.P. et al. (2002) : A Hedonic Analysis of the Effects of Lake Water Clarity on New Hampshire Lakefront Properties, *Agriculture & Resource Economics*, vol. 31, n°1, pp. 39-46
- Goreau, T.J. (2003) : Waste nutrients: impacts on coastal coral reefs and fisheries, and abatement via land recycling. In *Proceedings of the UN Expert Meeting on Waste Management in small island developing states*, Havana, Cuba.
- Hanley, N., D. Bell et B. Alvarez-Farizo (2003) : Valuing the Benefits of Coastal Water Quality Improvements Using Contingent and Real Behaviour, *Environmental and Resources Economics*, vol. 24, pp. 273-285
- Hawker DW, Connell DW (1989) : An evaluation of the tolerance of corals to nutrients and related water quality characteristics. *International Journal of Environmental Studies A & B* 34. pp. 179
- Hutton, G. et L. Haller (2004) : Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level, *Water, Sanitation and Health, Protection of the Human Environment*, OMS
- IEOM (2004) : Le tourisme en Polynésie française de 1996 à 2003, novembre 2004
- ISPF (2003) : Tourisme en Polynésie, qu'est-ce qui fait venir nos voyageurs ?, *Points Forts de la Polynésie Française*, n°2 / 2003
- ISPF (2005) : Destination Polynésie française : Impression des touristes internationaux, *Points Forts de la Polynésie Française*, n°4 / 2005
- ISPF (2008) : Comptes économiques 2005, *Points Forts de la Polynésie Française*, n°6 / 2008
- ISPF (2008) : Les différents types et motifs de tourisme en Polynésie française, *Points forts de la Polynésie française*, n°7 / 2008
- ISPF (2008) : Le sentiment des touristes sur la destination Polynésie française, *Points forts de la Polynésie française*, n°4 / 2008
- Jansaud, Jérôme (2002) : The Water, Sanitation and Waste Situation in French Polynesia: Conditions for the Implementation of Environmental Infrastructure Programmes, *Annales du séminaire Sustainable Urban Services*, Pacific Economic Cooperation Council, Nouméa, 2002, pp. 77-85.
- Johnston R.J., M.H. Ranson et E.C. Helm (2006) : What Determines Willingness to Pay per Fish? A Meta-analysis of Recreational Fishing Values, *Marine Resource Economics*, vol. 21, pp. 1-32.
- Lagouy, E. (2006) : Développement du réseau Reef Check en Polynésie Française. Rapport 2006. CRISP -Reef Check. 143 p.
- Le Goffe, P. (1995) : The Benefits of Improvements in Coastal Water Quality: a Contingent Approach, *Journal of Environmental Management*, vol. 45, pp. 305-317
- Leon C.J., J.E. Arana et A. Melian (2003) : Tourist Use and Preservation Benefits from Big-Game Fishing in the Canary Islands, *Tourism Economics*, vol. 9, n°1, pp. 53-65
- Lenhardt, X. (1991) : Hydrodynamique des lagons d'atolls et îles hautes en Polynésie Française. ORSTOM Ed.. 127 p.
- Littler, M.M., Littler, D.S., Brooks, B.L. (2006) : Harmful algae on tropical coral reefs: bottom-up eutrophication and top-down herbivory. *Harmful Algae Vol. 5*, pp. 565-585.
- Loureiro, M.L., A. Ribas, E. López et E. Ojea (2006) : Estimated Costs and Admissible Claims Linked to the Prestige Oil Spill, *Ecological Economics*, vol. 59, pp. 48-63
- Machado, F. et S. Mourato (1999) : Improving the Assessment of Water Related Health Impacts: Evidence from Coastal Waters in Portugal, *CSERGE Working Paper*, GEC 99-09.
- Mathers, C. D., Lopez, A. D. and Murray, C. J. L. (2006). The burden of disease and mortality by condition: data, methods and results for 2001. In Lopez, A. D., Mathers, C. D., Ezzati, M., Jamison, D. T. and Murray, C. J. L. (Ed.), *Global burden of disease and risk factors*. (pp. 45-240), New York, Oxford University Press
- MEAF (2008) : Réalisation de l'audit des programmes d'assainissement des eaux usées, Etude réalisée par le BCEOM sur financement des 7ème et 8ème FED, Rapport final, mai 2008
- MEDAD (2007) : Evaluer les bénéfices issus d'un changement d'état des eaux, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale (D4E), Collection « Etudes et synthèses »,
- Michael, H.J. et al. (1996) : Water Quality Affects Property Prices: A Case Study of Selected Maine Lakes, University of Maine, Agriculture and Forest Experiment Station
- Min. de l'Environnement (2005) : Etude des coûts de revient et du prix de tarification du traitement des eaux usées de la zone touristique de Haapiti Moorea, Etude SPEED, juillet 2005
- Min. de l'Environnement et des Affaires foncières (2008) : Réalisation de l'audit des programmes d'assainissement des eaux usées financés par les 7ème et 8ème FED, Etude EGIS, Rapport final, avril 2008

Min. du Développement Durable (2005) : Cadre d'orientations générales de l'assainissement des eaux usées de l'agglomération de Papeete – Résumé synthétique, Etude SPEED, novembre 2005

Min. du Développement Durable (2007) : Modes de gestion de la station d'épuration de Moorea et proposition de tarification, Note de présentation, juillet 2007

Min. du Tourisme et de l'Environnement (2008) : Cadre d'orientations générales d'assainissement des eaux usées pour les Tuamotu, Phase 2 – Présentation, Analyse de l'état initial et zonage des îles retenues. Etude Ha'aviti.

OCDE (2008) : Coûts de l'inaction sur des défis environnementaux importants, OCDE

OMS (2003), Guidelines for Safe Recreational Water Environments: Coastal and Fresh Waters, vol. 1, OMS

Pastorok, R.A. et Bilyard, G.R. (1985) : Effects of sewage pollution on coral-reef communities. Mar. Ecol. Prog. Ser.. Vol. 21, pp. 175-189.

PNUE (1991) : Ecosystèmes de lagons de la Polynésie Française. Ouvrage collectif. Rapport et études sur les mers régionales N°137. 322 p.

Poor, R.J., Pessagno K.L. et Paul R.W. (2007) : Exploring the Hedonic Value of Ambient Water Quality: A Local Watershed-Based Study, Ecological Economics, vol. 60, pp. 797-806.

Prüss-Üstün, A. et C. Corvalán (2006) : Prévenir la maladie grâce à un environnement sain : une estimation de la charge de morbidité imputable à l'environnement, Organisation mondiale de la santé. OMS

Salvat, B., Hutchinson, Aubanel A., Tatarata, M., Dauphin, C.. (2000) : Etat des récifs et de leurs ressources en Polynésie Française. In Status of coral reef in 2000 in southeast and central Pacific, pp. 171-202.

Salvat, B. et Aubanel, A. (2002) : La gestion des récifs coralliens de Polynésie Française. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, n°54, 3-4, p. 193-251.

Sénat (2008) : Droits et libertés des communes de Polynésie française : de l'illusion à la réalité, Rapport d'information n°130, déposé le 10 décembre 2008 par MM. Cointat et Frimat.

Therre, Hélène (2008) : Bilan des épidémies d'origine hydrique investiguées en France depuis 1998 et principales recommandations, INVS (Institut de Veille Sanitaire), août 2008.

Ton Sang, Gaston (2002) : Urban Services in Bora Bora: Challenges for French Polynesia, Annales du séminaire Sustainable Urban Services, Pacific Economic Cooperation Council, Nouméa, 2002, pp. 71-76.

Vieux, C. (2002) : La pêche lagonaire à Moorea (Polynésie Française) : évolution quantitative et socio-économique depuis 1992. Ecole Pratique des Hautes Etudes. 34 pp.

Wilkinson, C. (2004) : Status of Coral Reefs of the World 2004. Australian Institute of Marine Science. Vol. 1 & 2. 580 p.

Yonger, M. (2002) : Approche de pêche ricif-lagunaire de Moorea (Polynésie Française) : Evaluation de la production halieutique et de la population de pêcheurs, Mémoire de fin d'étude, Agronomie Approfondie, Spécialisation Halieutique, 50 p.

