



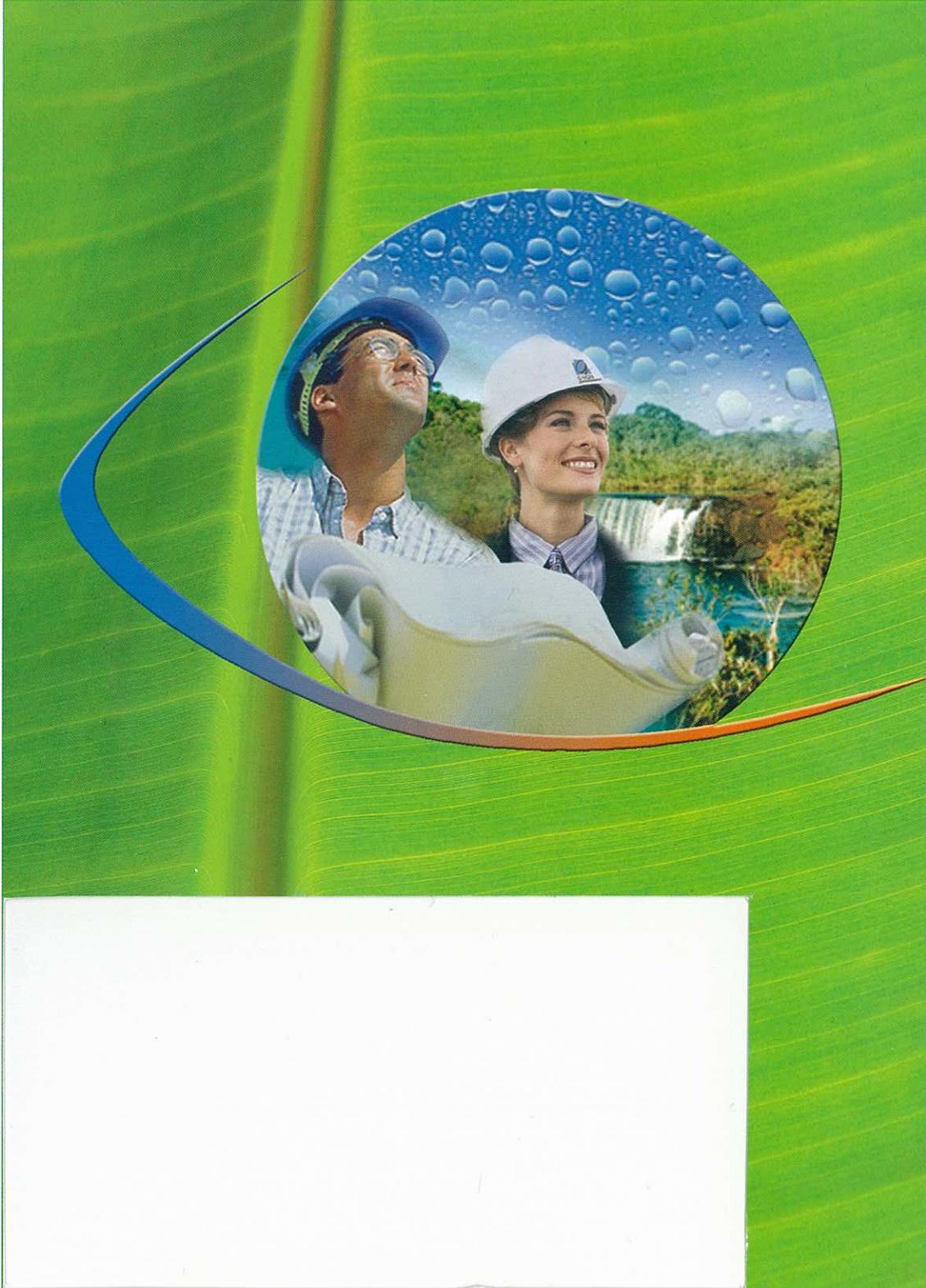
EXPERTISE



INGÉNIERIE



MAINTENANCE



CONSTRUCTION

ENVIRONNEMENT

TÉLÉCOMS



Au cœur de la qualité de la vie



ORIGINAL

Diffusion :

1 Original
2 Copies conformes
1 Original

GORO NICKEL
GORO NICKEL
ARCHIVES SOPRONER

N° DOSSIER	DATE	CHARGE D'AFFAIRES	CONTROLEUR
A001.05040.0001	Octobre 2006	JOB Sandrine 	GUIGUIN Nicolas

Ce rapport comprend 19 pages de texte dont 4 pages d'annexe

**PROGRAMME DE
RECONSTITUTION DU BIOTOPE
CORALLIEN EN BAIE DE PRONY**

RAPPORT DE SUIVI 2

Cinq et neuf mois après transplantation



Le système qualité de SOPRONER est certifié ISO 9001-2000 par



BUREAU D'ETUDES - INGENIEURS CONSEILS
Eau – Environnement - Bâtiment
1, rue de La République
Immeuble "OREGAN"
B.P. 3583 - 98846 NOUMEA Cedex
Tél 28.34.80 - Fax 28.83.44
E-mail : soproner@soproner.nc

SOMMAIRE

1 CONTEXTE DE LA MISSION.....	3
2 OBJECTIFS DES SUIVIS TEMPORELS	3
2.1 SUIVI UN MOIS APRES LA TRANSPLANTATION.....	3
2.2 SUIVIS SIMPLES	4
2.3 SUIVIS COMPLETS.....	4
3 METHODOLOGIE	5
3.1 ENTRETIEN DES SITES DE TRANSPLANTATION	5
3.2 MESURE DES TAUX DE SURVIE ET DE MORTALITE PARTIELLE DES TRANSPLANTS	5
3.3 MESURE DE LA CROISSANCE DES TRANSPLANTS.....	6
3.4 MESURE DE LA COLONISATION DES SITES TRANSPLANTÉS.....	6
3.4.1 <i>Recrutement corallien naturel</i>	6
3.4.2 <i>Invertébrés benthiques mobiles</i>	7
3.4.3 <i>Populations de poissons</i>	7
4 RESULTATS.....	8
4.1 SITE 1 : MONTRAVEL ABRITE.....	8
4.1.1 <i>Taux de survie des transplants</i>	8
4.1.2 <i>Croissance des transplants</i>	9
4.2 SITE 2 : MONTRAVEL EXPOSE	9
4.2.1 <i>Taux de survie des transplants</i>	9
4.2.2 <i>Croissance des transplants</i>	10
4.3 SITE 3 : CASY.....	10
4.3.1 <i>Taux de survie des transplants</i>	10
4.3.2 <i>Croissance des transplants</i>	11
5 SYNTHESE DES RESULTATS.....	15

1 CONTEXTE DE LA MISSION

Suite à la construction d'un port sur la côte Est de la baie de Prony, l'entreprise Goro Nickel (Groupe INCO) s'est vue imposée de réaliser un programme de reconstitution du biotope corallien sur une superficie 2000 m² (Jonc n°7715, arrêté n°763-2003/PS, pages 3828-3837). Cette opération a été réalisée du 05 décembre 2005 au 23 janvier 2006 par le bureau d'études SOPRONER. Cela a consisté à collecter des coraux dans la zone d'emprise du futur port, puis à les déplacer sur 3 sites de transplantation. Ces sites, choisis en accord avec la Direction des Ressources Naturelles de la Province Sud, sont situés sur la côte protégée de la presqu'île de Montravel (2 sites dénommés ci-après *Montravel abrité* et *Montravel exposé*) et sur la côte protégée de l'îlot Casy (dénommé *Casy*).

Un suivi temporel de cette opération a été imposé sur une durée de 5 ans. La fréquence des suivis proposée par SOPRONER est la suivante :

- un suivi un mois après la transplantation
- puis un suivi tous les 6 mois pendant 5 ans

Ce rapport décrit la méthodologie générale qui sera mise en œuvre pour chacun des suivis et présente les résultats des suivis à T+5 et T+9 mois. En effet, compte tenu de l'impossibilité de réaliser un suivi 6 mois après transplantation, il a été décidé de conduire 2 missions de suivi, la première à T+5 mois et la deuxième à T+9 mois.

Ce projet constitue une première en Nouvelle Calédonie et doit être considéré comme une étude pilote expérimentale.

2 OBJECTIFS DES SUIVIS TEMPORELS

2.1 Suivi un mois après la transplantation

Le premier suivi post-opérationnel a été réalisé un mois après la fin du chantier. Ce suivi rapproché est essentiel pour déceler le stress éventuel subit par les transplants coralliens lors des manipulations de transplantation (collecte, transport, collage) et permet également d'évaluer l'adaptabilité des transplants coralliens dans leur nouvel environnement. En effet, la plupart des mortalités observées lors de ce suivi (mises à part des dégradations évidentes telles que la destruction par l'action des poissons ou la prédateur par *Acanthaster*) traduiront soit un stress élevé

lors des manipulations des coraux, soit une non adaptation des coraux sur leur lieu de transplantation. Cela se mesure par l'observation des taux de mortalité et mortalité partielle des transplants coralliens.

Un entretien du site a également été mené afin de faciliter les prochains suivis et de maximiser le succès de l'opération.

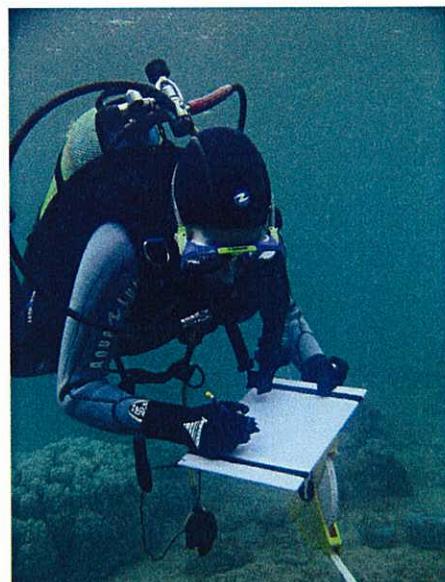
La colonisation des sites de transplantation en poissons et invertébrés benthiques mobiles a été évaluée. Ces mesures serviront de points zéro de l'opération. L'évaluation du recrutement corallien naturel a été ajouté à ces mesures comme une indication de la régénération des sites grâce à la transplantation. En effet, en se basant sur l'hypothèse que les colonies adultes transplantées donneront naissance à de nouveaux individus, on peut s'attendre à observer un taux de recrutement naturel croissant sur les substrats nus des sites restaurés.

2.2 Suivis simples

Les suivis simples sont réalisés une fois par an, pendant la saison froide, soit en juillet-août. Ce suivi consiste à évaluer les taux de survie, de mortalité et de mortalité partielle ainsi que la croissance des transplants. De plus, les sites de restauration sont entretenus si besoin (enlèvement des *Acanthaster*, remise en place des barres métalliques, cordes, re-fixation des transplants tombés, etc.).

2.3 Suivis complets

Les suivis complets sont réalisés une fois par an, pendant la saison chaude, soit en janvier-février. Il s'agit de réaliser les mêmes mesures que lors du suivi simple (taux de survie, mortalité partielle, et croissance des transplants) et d'évaluer la colonisation des sites de transplantation en poissons et invertébrés benthiques mobiles. Le taux de recrutement corallien naturel est également mesuré, comme indication du potentiel de régénération naturelle des sites.



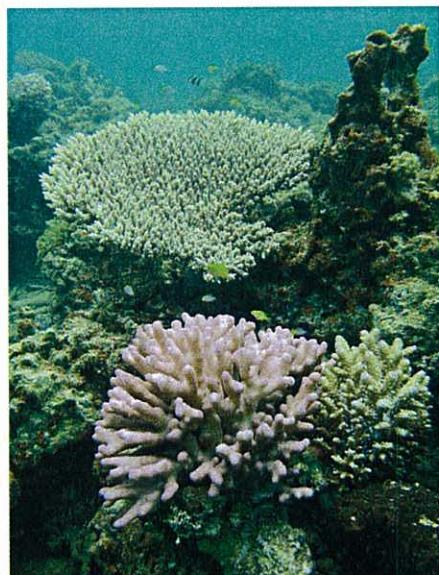
3 METHODOLOGIE

3.1 Entretien des sites de transplantation

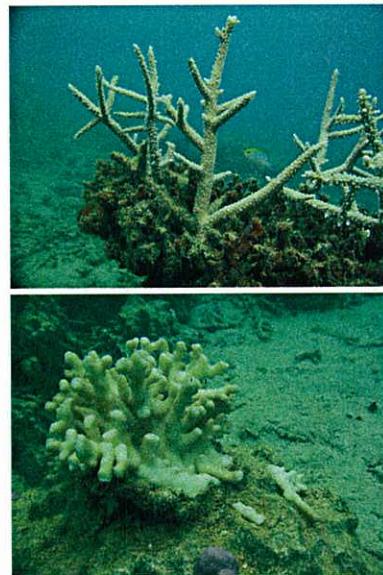
L'entretien des sites consiste à enlever les macro-débris, filets ou autres encombrants qui pourraient gêner la survie ou la croissance des coraux ; à enlever les étoiles de mer tueuses *Acanthaster planci* ; à remplacer ou replacer les barres métalliques matérialisant les transects permanents ; à remplacer la corde matérialisant le périmètre des sites ; et à recoller les transplants tombés au fond (s'ils sont encore vivants).

3.2 Mesure des taux de survie et de mortalité partielle des transplants

Les taux de survie et de mortalité partielle des transplants sont estimés par comptage visuel. L'observateur se déplace dans le site de transplantation et pour chaque transplant rencontré, il note son état de santé, réparti selon 3 catégories : vivant (aucune nécrose apparente), mortalité partielle (une partie de la colonie est nécrosée ou endommagée) ou mort (la colonie est entièrement morte) ; et la cause de la mortalité si elle est décelable.



Vivant

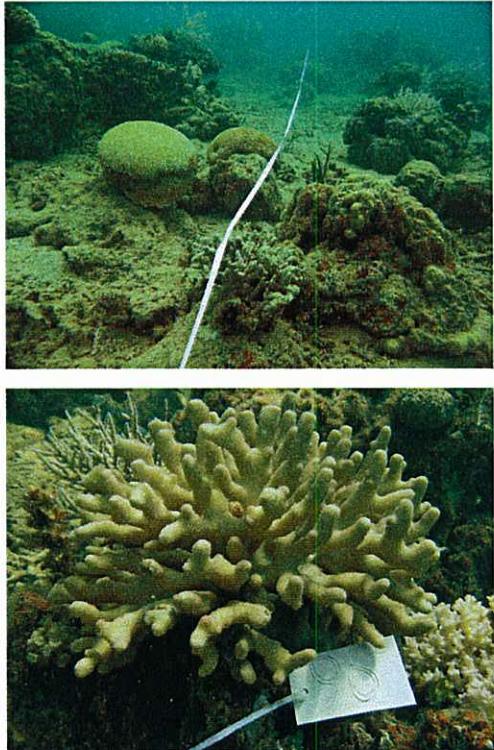


Mortalité partielle



Mort

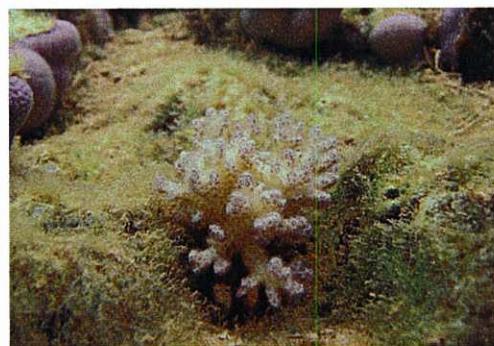
3.3 Mesure de la croissance des transplants



La croissance des transplants est mesurée selon deux méthodes. La première consiste à effectuer annuellement une série de mesures basée sur la technique du *Line Intercept Transect* (un décamètre est déployé sur les fonds, en suivant le relief du récif. Chaque substrat rencontré le long du décamètre est reporté, au centimètre près). Cette méthode permet d'obtenir des données sur l'accroissement général de la couverture corallienne sur les sites de transplantation. Afin d'obtenir des données plus précises sur la croissance des transplants, certaines colonies transplantées sont suivies individuellement. Pour cela elles ont été marquées à l'aide d'une étiquette plastique, clouée sur le substrat, et l'accroissement de leur surface est mesurée trimestriellement (mesure de la plus grande longueur et de sa perpendiculaire).

3.4 Mesure de la colonisation des sites transplantés

3.4.1 Recrutement corallien naturel



Le taux de recrutement corallien naturel est estimé par comptage des recrues coraliennes (tout individu dont le diamètre est inférieur à 3cm) sur le substrat rocheux, le long des transects permanents (largeur = 2m, 1m de chaque côté du décamètre).

3.4.2 Invertébrés benthiques mobiles



Les invertébrés benthiques mobiles (échinodermes, mollusques, etc.) sont recensés le long des transects permanents (largeur = 2m ; 1m de chaque côté du décamètre).

3.4.3 Populations de poissons



Les populations de poissons sont recensées le long des transects permanents (largeur = 5m ; 2,5m de chaque côté du décamètre), selon la méthode *Visual Fish Census* développée par AIMS (comptage sur couloir à largeur fixe). Chaque individu observé est catégorisé, selon sa taille, en adulte ou en juvénile.

Tous les comptages sont réalisés en plongée sous marine par des plongeurs professionnels biologistes marins.

4 RESULTATS

Les données brutes relevées sur le terrain sont présentées en annexe de ce document (Site 1 : Annexe 1 ; Site 2 : Annexe 2 ; site 3 : Annexe 3).

4.1 Site 1 : Montravel abrité

4.1.1 Taux de survie des transplants

Le tableau ci-dessous présente les résultats des comptages effectués 5 mois puis 9 mois après transplantation.

	Vivant	Mortalité partielle	Mortalité	Echantillon mesuré
Suivi à T+5 mois	94%	4%	2%	91%
Suivi à T+9 mois	89%	8%	3%	100%

Pour les 2 suivis, les résultats indiqués sont représentatifs de la transplantation effectuée, en effet la grande majorité des transplants ont été évalués (respectivement 91% et 100% des transplants).

A ce jour l'opération est un succès sur le site de Montravel abrité : le taux de survie des transplants est excellent puisque près de 90% d'entre eux sont encore en très bon état de santé 9 mois après leur transplantation et le taux de mortalité ne dépasse pas 3%. On peut constater que le nombre de colonies partiellement dégradées a augmenté entre 5 et 9 mois (de 4 à 8%). Ce taux est toutefois encore faible et s'explique principalement par le fait que ce site a été colonisé par des poissons qui exercent une prédation plus importante (branches cassées par les coups de becs par exemple).

De même que lors du suivi précédent, les principales causes de dégradations sont liées à l'action destructrice des poissons (coups de becs, morsures), en particulier sur les coraux branchus Acropores ; quelques colonies apparaissent blanchies, il est probable qu'elles aient été stressées pendant leur transplantation et ne se soient pas régénérées depuis ; certaines colonies présentent une nécrose partielle de leur tissu au niveau de leur zone de contact avec le ciment ; enfin, quelques colonies présentent des nécroses à leur point de contact avec le substrat rocheux recouvert d'algues

(compétition algue/corail) ou avec le sable dans le cas des colonies branchues déposées à même le fond.

Les nécroses et mortalités concernent essentiellement les colonies branchues, aucune mortalité n'a été constatée sur les colonies de formes massives et encroûtantes.

4.1.2 Croissance des transplants

Cinq mois après leur transplantation, un tiers des transplants présentaient des signes de croissance très nets au niveau de la base des colonies : le tissu recouvre peu à peu le ciment utilisé pour la transplantation et se répand sur le substrat rocheux . Lors du dernier suivi, cela concernait près de la moitié des colonies transplantées.

4.2 Site 2 : Montravel exposé

4.2.1 Taux de survie des transplants

Le tableau ci-dessous présente les résultats des comptages effectués 5 mois puis 9 mois après transplantation.

	Vivant	Mortalité partielle	Mortalité	Echantillon mesuré
Suivi à T+5 mois	87%	11%	2%	67%
Suivi à T+9 mois	93%	5%	2%	89%

Pour les 2 suivis, les résultats indiqués sont représentatifs de la transplantation effectuée, en effet la grande majorité des transplants ont été évalués (respectivement 67% et 89% des transplants).

A ce jour l'opération est un succès sur le site de Montravel exposé : le taux de survie des transplants est excellent puisque plus de 90% d'entre eux sont encore en très bon état de santé 9 mois après leur transplantation et le taux de mortalité ne dépasse pas 2%. On peut constater que le nombre de colonies partiellement dégradées a diminué entre 5 et 9 mois (de 11 à 5%), tandis que dans le même temps le nombre de colonies entièrement saines a augmenté (de 87 à 93%). Ces

résultats peuvent être liés à la variabilité de la prise de mesure ou à la régénération des colonies partiellement dégradées.

Comme au niveau du site 1, la principale cause de dégradation est liée à l'action destructrice des poissons (coups de becs, morsures), en particulier sur les coraux branchus Acropores. Quelques colonies apparaissent blanchies : certaines situées à proximité de la surface, peut être ont-elles été exondées lors de marées basses ; d'autres dans les eaux plus profondes : celles là ont peut-être subi l'attaque d'une *Acanthaster*. Certaines colonies présentent une nécrose partielle de leur tissu au niveau de leur zone de contact avec le substrat, rocheux et recouvert d'algues (compétition algue/corail) ou sableux dans le cas des colonies branchues déposées à même le fond.

Les nécroses et mortalités concernent principalement les colonies branchues.

4.2.2 Croissance des transplants

Cinq mois après leur transplantation, plus de la moitié des transplants présentaient des signes de croissance très nets au niveau de la base des colonies : le tissu recouvre peu à peu le ciment utilisé pour la transplantation et se répand sur le substrat rocheux. Lors du dernier suivi, cela concernait près des deux tiers des colonies transplantées.

4.3 Site 3 : Casy

4.3.1 Taux de survie des transplants

Le tableau ci-dessous présente les résultats des comptages effectués 5 mois puis 9 mois après transplantation.

	Vivant	Mortalité partielle	Mortalité	Echantillon mesuré
Suivi à T+5 mois	61%	21%	18%	68%
Suivi à T+9 mois	44%	24%	32%	54%

Pour le premier suivi, les résultats indiqués sont représentatifs de la transplantation effectuée, puisque les deux tiers des transplants ont été évalués. Lors du dernier suivi il a été plus difficile de distinguer les transplants des colonies naturellement présentes, ce qui explique pourquoi seulement

la moitié des colonies initialement transplantées ont été évaluées (dans le doute celles dont l'origine n'était pas certaine n'ont pas été évaluées).

Neuf mois après transplantation, les résultats sur le site de Casy ne sont pas très bons, en effet plus de la moitié des transplants sont morts ou partiellement nécrosés. Seuls 44% des transplants sont encore en excellent état de santé. Les nécroses et mortalités concernent principalement les colonies branchues et en buisson des genres *Acropores* et *Pocillopones*, mais également des formes encroûtantes (*Montipores*), foliacées, ou massives (*Favides* et *Porites*).

La principale cause de mortalité des transplants est très probablement la préation par les étoiles de mer épineuses, *Acanthaster planci*. Un spécimen adulte a été retrouvé sur le site lors du suivi à 9 mois.

4.3.2 Croissance des transplants

Cinq mois après leur transplantation, un tiers des transplants en bonne santé présentaient des signes de croissance très nets au niveau de la base des colonies : le tissu recouvre peu à peu le ciment utilisé pour la transplantation et se répand sur le substrat rocheux . Lors du dernier suivi, cela concernait près de la moitié des colonies transplantées encore en vie.

Les planches photographiques qui suivent illustrent ces descriptions sur les 3 sites de transplantation.

Vues sous marines du site de transplantation "Montravel abrité"

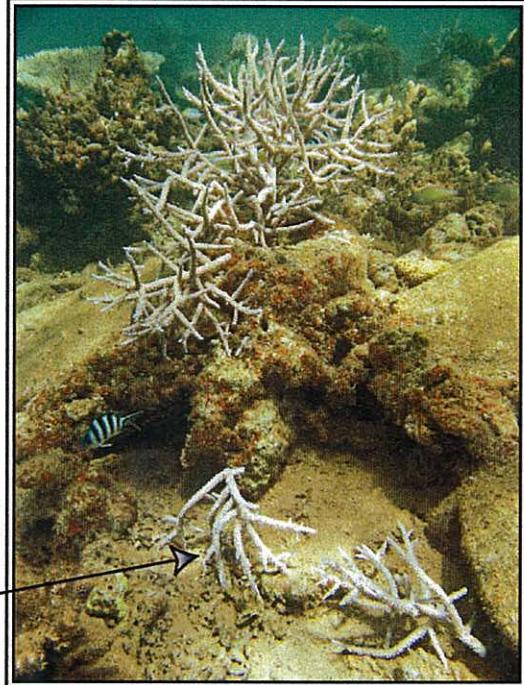
GORO Nickel

Reconstitution du biotope corallien en Baie de Prony
SOPRONER

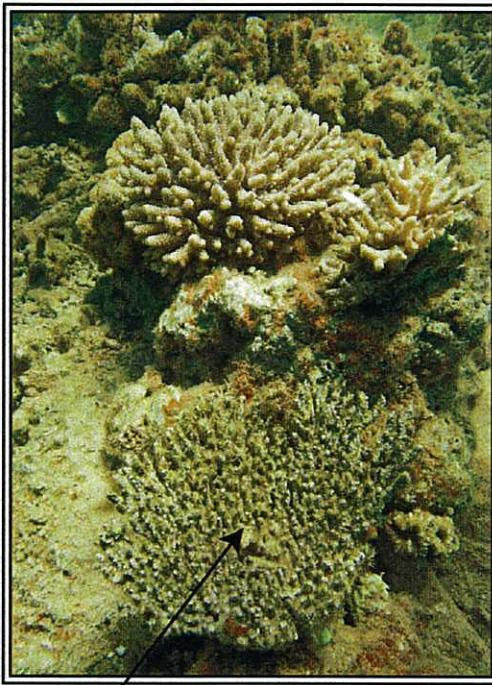
Octobre 2006



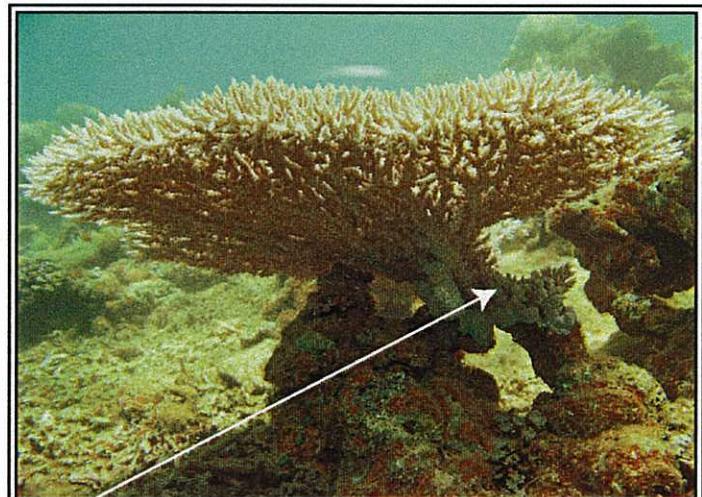
Acropore colonisé par des poissons demoiselles



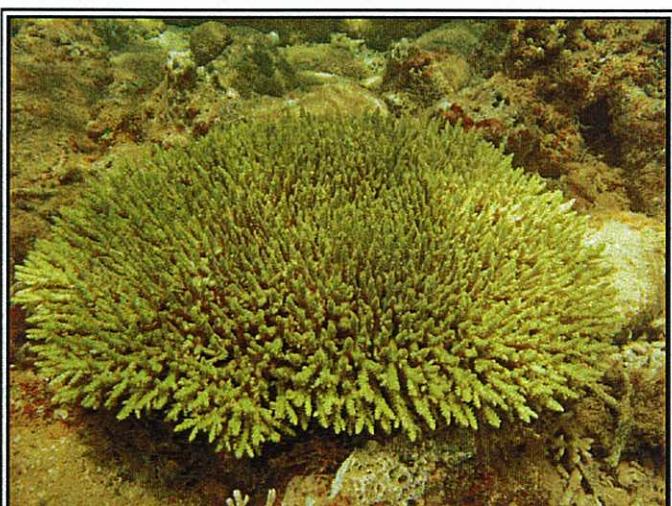
Prédation sur les coraux branchus



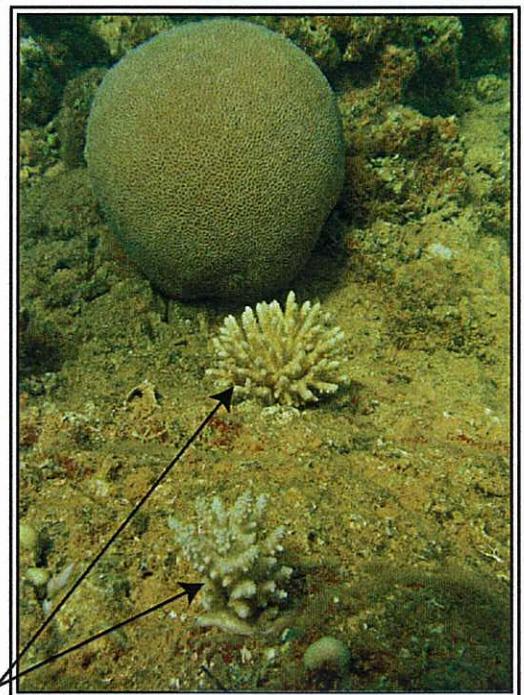
Transplant mort



Croissance des tissus



Exemple d'un transplant dont la croissance sera suivie



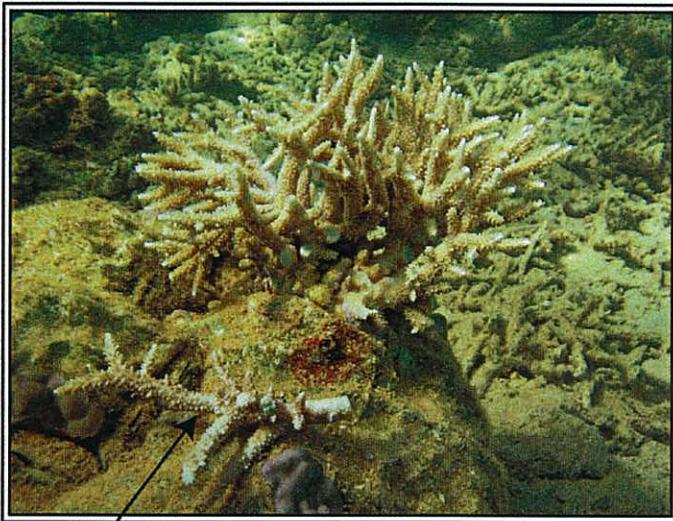
Croissance des recrues coraliennes

Vues sous marines du site de transplantation "Montravel exposé"

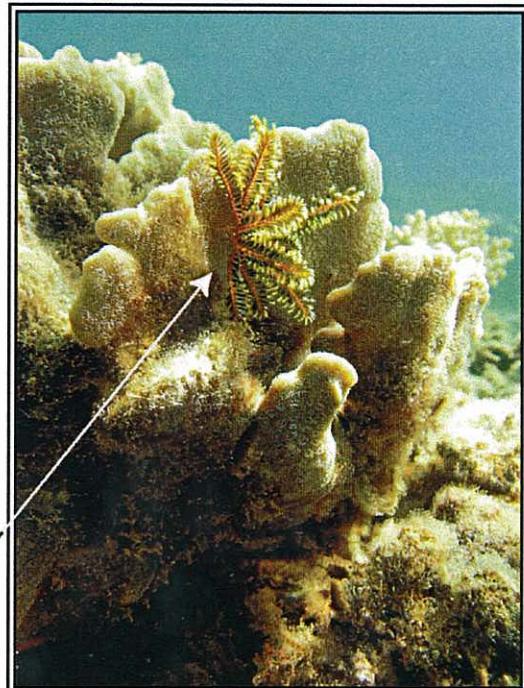
GORO Nickel

Reconstitution du biotope corallien en Baie de Prony
SOPRONER

Octobre 2006



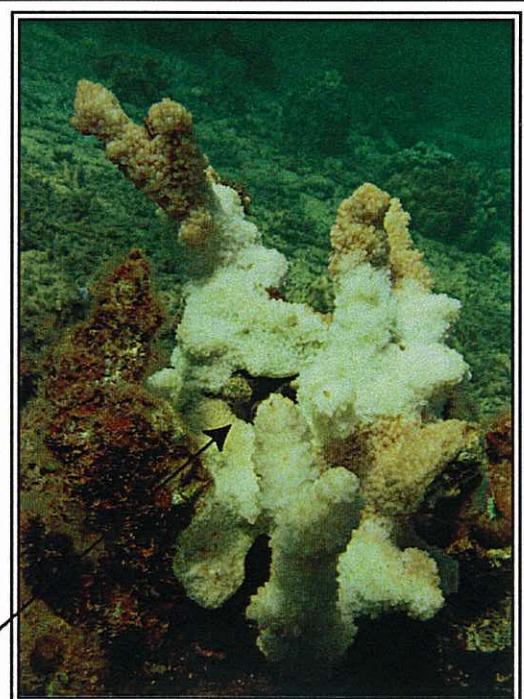
Prédation sur les coraux branchus
Colonisation d'un transplant par un crinoïde



Croissance des tissus



Transplants en très bon état de santé



Transplant blanchi

Vues sous marines du site de transplantation "Casy"

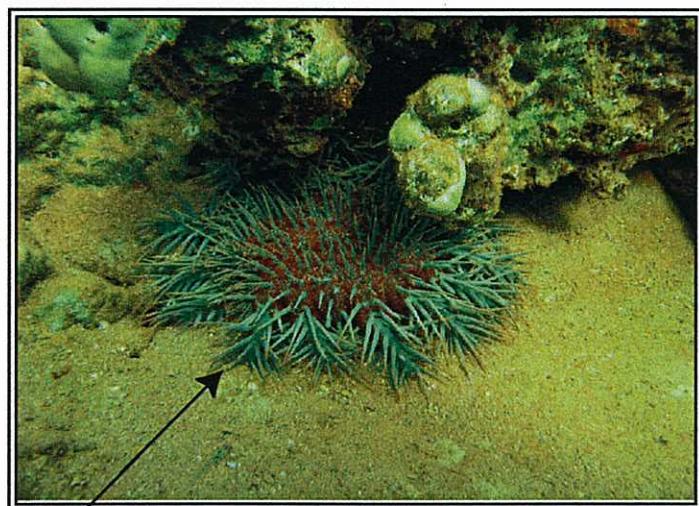
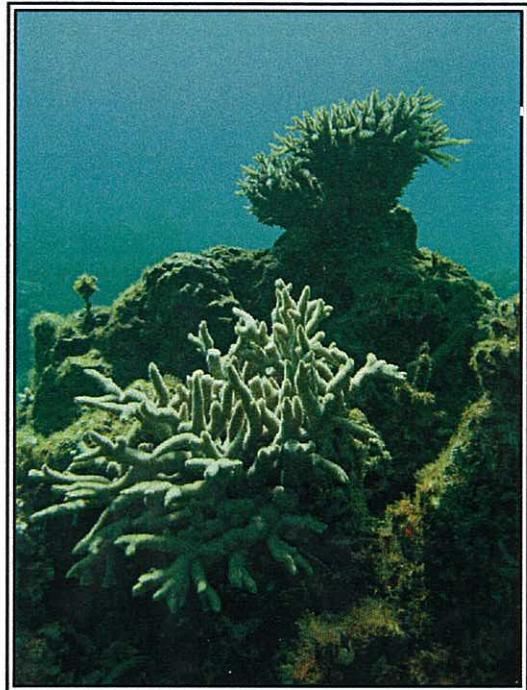
GORO Nickel

Reconstitution du biotope corallien en Baie de Prony
SOPRONER

Octobre 2006



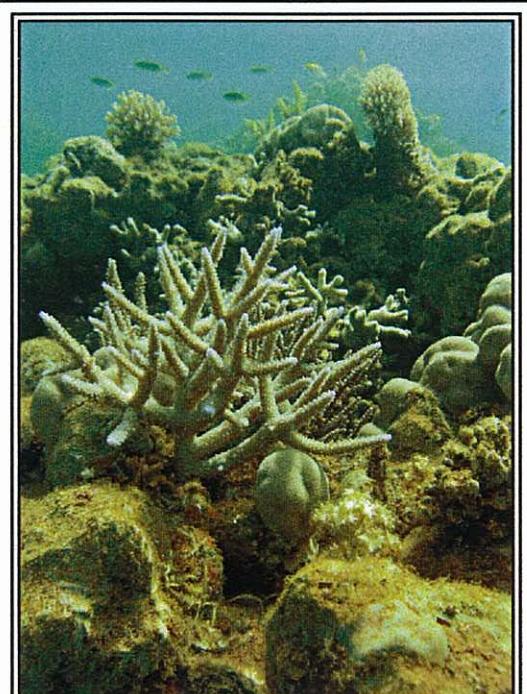
Exemple de transplant dont la croissance sera suivie



Blanchissement partiel du tissu corallien : action d'une Acanthaster



Transplant mort



5 SYNTHESE DES RESULTATS

Neuf mois après transplantation, les résultats obtenus sont encore très encourageants. En particulier sur les sites situés sur la presqu'île de Montravel (sites 1 et 2), les taux de mortalités des transplants sont très faibles, de l'ordre de 2 à 3 %. La grande majorité des transplants sont encore en excellent état de santé (aucune nécrose) – près de 90 % des colonies transplantées- et quelques uns présentent des nécroses plus ou moins étendues – moins de 10 % des colonies transplantées. La croissance corallienne a continué et de plus nombreuses colonies sont maintenant solidement attachées au substrat. Le tissu qui recouvre le substrat commence à se différencier en polypes ce qui traduit une bonne adaptation de ces coraux dans le nouvel environnement. Comme précisé lors du dernier rapport, l'attachement basal des transplants est crucial dans ce type d'opération, cela traduit à la fois une adaptation de la colonie au nouvel environnement (car elle y croît) et accroît sa résistance face à des événements hydrodynamiques forts (vagues, courants). Les faibles taux de mortalité et mortalité partielle permettent également de confirmer la pertinence du choix de ces 2 sites de transplantation, et des méthodes utilisées, qui ne semblent pas avoir trop stressé les transplants.

Sur le site de Casy, une mortalité plus importante a été notée, puisque plus de la moitié des transplants sont morts ou partiellement nécrosés. La mortalité est presque essentiellement liée à la prédation exercée par des étoiles de mer épineuses (*Acanthaster planci*). Un individu adulte a été recensé sur le site lors du suivi à 9 mois et de nombreux coraux (transplantées ou naturellement présents) présentaient des tissus fraîchement blanchis (tout ou en partie), témoin de leur attaque. La présence de ces prédateurs, sur ce site où des invasions avaient déjà été enregistrées, avait été annoncée comme un risque majeur dans la survie des transplants. Concernant les étoiles de mer coussins *Culcita*, l'hypothèse de leur attraction par la présence de colonies affaiblies semble être confirmée puisque seuls deux individus ont été recensés lors du suivi à 9 mois, quantité acceptable sur le site de transplantation.

La colonisation des sites de transplantation, en particulier les sites de Montravel, par des poissons récifaux (poissons demoiselles, papillons, cardinaux, perroquets, lutjans, et autres) semble s'être accrue depuis les derniers relevés de terrain. Sur les sites de la presqu'île de Montravel, où la vie récifale était quasiment absente, la pose des transplants a eu un effet immédiat sur la faune marine comme habitat, et on peut s'attendre à une augmentation conséquente dans l'abondance et la diversité des peuplements de poissons et invertébrés benthiques mobiles au cours des prochains mois. Le prochain suivi, 1 an après transplantation, fera l'objet d'un recensement précis de la faune marine.

ANNEXES

Annexe 1 : Site 1

- Taux de survie des transplants
- Croissance des transplants

Annexe 2 : Site 2

- Taux de survie des transplants
- Croissance des transplants

Annexe 3 : Site 3

- Taux de survie des transplants
- Croissance des transplants

ANNEXE 1 : SITE 1**Taux de mortalité des transplants****Suivi à 5 mois**

	Vivant	Mortalité partielle	Mort	Total
Nombre de colonies observées	709	33	12	754
Pourcentage	94,0	4,4	1,6	100

Suivi à 9 mois

	Vivant	Mortalité partielle	Mort	Total
Nombre de colonies observées	740	69	23	832
Pourcentage	88,9	8,3	2,8	100

Croissance

Tag	L1 (cm)	L2 (cm)	Surface (cm ²)
35	28	21	588
36	21	31	651
37	37	38	1406
38	19	30	570
39	16	18	288
40	50	52	2600
41	19	18	342
42	19	20	380
43	31	30	930
44	33	46	1518
45	24	22	528
46	32	33	1056
47	33	40	1320
48	28	34	952
49	46	39	1794
50	16	14	224
51	29	26	754
52	22	22	484
53	29	29	841
54	18	23	414
55	61	30	1830
56	17	16	272
57	38	35	1330
58	32	26	832

Tag	L1 (cm)	L2 (cm)	Surface (cm ²)
59	17	28	476
70	21	18	378
71	36	29	1044
72	33	32	1056
73	22	27	594
74	16	20	320
75	33	19	627
76	20	26	520
77	38	31	1178
78	26	29	754
79	20	30	600
90	48	38	1824
91	33	33	1089
92	27	32	864
93	20	19	380
94	54	46	2484
95	18	20	360
96	27	31	837
97	21	25	525
98	12	20	240
99	17	17	289
100	8	27	216
Total			15801
pour n=46 colonies			

ANNEXE 2 : SITE 2**Taux de mortalité des transplants****Suivi à 5 mois**

	Vivant	Mortalité partielle	Mort	Total
Nombre de colonies observées	356	46	10	412
Pourcentage	86,4	11,2	2,4	100,0

Suivi à 9 mois

	Vivant	Mortalité partielle	Mort	Total
Nombre de colonies observées	509	24	13	546
Pourcentage	93,2%	4,4%	2,4%	100%

Croissance

Tag	L1 (cm)	L2 (cm)	Surface (cm ²)
1	52	39	2028
2	22	21	462
3	24	42	1008
4	40	46	1840
5	37	34	1258
6	30	33	990
7	17	24	408
8	31	29	899
9	29	31	899
10	12	27	324
11	17	23	391
11	22	22	484
12	17	16	272
13	14	12	168
14	19	25	475
15	28	32	896
16	17	17	289
17	18	27	486
18	21	23	483
19	9	13	117
25	10	12	120
25	13	15	195
28	9	9	81
29	18	20	360
31	33	32	1056
33	28	16	448
33	20	22	440
34	23	15	345
		Total	8329
		pour n=28 colonies	

ANNEXE 3 : SITE 3**Taux de mortalité des transplants****Suivi à 5 mois**

	Vivant	Mortalité partielle	Mort	Total
Nombre de colonies	132	44	39	215
Pourcentage	61,4	20,5	18,1	100,0

Suivi à 9 mois

	Vivant	Mortalité partielle	Mort	Total
Nombre de colonies	75	40	55	170
Pourcentage	44,1%	23,5%	32,4%	100,0

Croissance

Tag	L1 (cm)	L2 (cm)	Surface (cm ²)
60	34	35	1190
61	20	20	400
62	18	13	234
63	21	35	735
64	37	24	888
65	35	28	980
66	34	32	1088
67	15	13	195
68	14	17	238
69	18	16	288
80	19	18	342
81	13	11	143
82	16	30	480
83	41	26	1066
84	21	29	609
85	16	10	160
86	16	24	384
87	40	41	1640
88	20	27	540
89	18	20	360
		Total	11960
		pour n=20 colonies	