

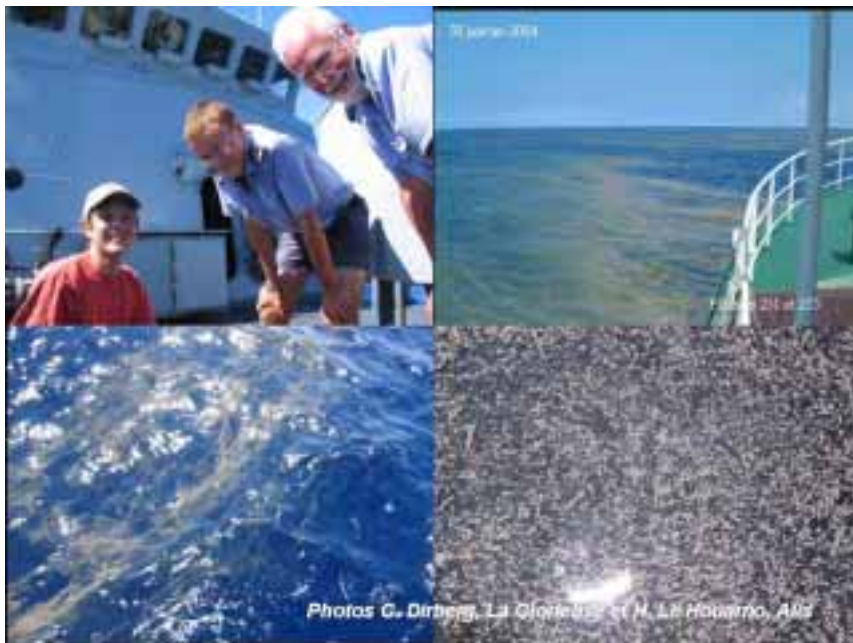
ARCHIVES
SCIENCES DE LA MER
OCEANOGRAPHIE

N°7

2004

Surveillance des *Trichodesmium* autour de la Nouvelle Calédonie, du Vanuatu, de Fiji et de Tonga (1998-2004)

**Cécile DUPOUY
Guillaume DIRBERG
Marcio TENORIO BARBOSA
Jacques NEVEUX
Aubert LE BOUTEILLER**



**Institut de recherche
pour le développement**

Résumé

Une veille des efflorescences océaniques de l'algue phytoplanctonique *Trichodesmium* (ou *Oscillatoria*) a été organisée avec le concours de la Marine Nationale lors de sa surveillance de la Zone Economique Exclusive de la Nouvelle Calédonie, avec le concours du navire *Alis* de l'IRD ainsi qu'avec de nombreux observateurs. Initiée en 1998, la veille s'est poursuivie jusqu'à 2004. L'objectif de cette veille était de relier la présence du phytoplancton *Trichodesmium* aux observations satellites de chlorophylle de surface afin de mieux appréhender les surfaces et périodes favorables à ces efflorescences. La veille a consisté en une surveillance aérienne par la Base Aéronavale de La Tontouta, puis, à partir de 2002, en une récolte d'échantillons de surface par les navires permettant l'identification au microscope des différentes espèces de *Trichodesmium*, et enfin en 2003 par plusieurs transits valorisés avec prélèvements d'eau de surface pour analyses des pigments.

En raison de la surface considérable couverte par les enrichissements, les moyens aéroportés et les transits des navires étaient parfaitement adaptés à un suivi des efflorescences de *Trichodesmium*. Les embarquements ont permis de mesurer précisément la concentration des *Trichodesmium* entre la Nouvelle-Calédonie, le Vanuatu, Fiji et Tonga, complétant ainsi les observations obtenues lors des campagnes de l'IRD entre 2001 et 2003 dans le Chenal des Loyauté.

L'ensemble des données recueillies lors de la surveillance des efflorescences dans la zone du Pacifique tropical sud ouest entre 1998 et 2004 nous montre que l'algue *Trichodesmium* a été responsable d'enrichissements en chlorophylle dans tout l'archipel de Nouvelle Calédonie, Vanuatu et au-delà (Fiji et Tonga). Les efflorescences se sont produites en majorité en période estivale, avec un pic des observations en janvier. L'identification des différentes espèces de *Trichodesmium* se poursuit.

Un grand merci !

- aux Commandants successifs de la Marine Nationale en Nouvelle Calédonie qui se sont succédés et ont toujours été prêts à apporter leur concours.
- aux Commandants et Equipages des avions de la Base Aéronavale de La Tontouta qui ont bien voulu remplir les fiches d'observations et prendre des photographies aériennes en vol.
- aux Commandants et Equipages des navires *La Glorieuse*, *La Moqueuse*, et le Batral *Jacques Cartier* qui ont bien voulu accueillir les embarquants et récolter les précieux échantillons à partir du bord toujours bien documentés.
- aux commandants et équipages de l'*Alis*, Raymond Proner et Hervé Le Houarno pour leur collaboration efficace et leur compréhension, à tous à bord quoi !
- aux techniciens de l'IRD, notamment Alain Lapetite pour son aide dans la préparation et la récolte des échantillons, Sam et Miguel pour les nombreux échantillons.
- à tous les observateurs qui ont bien voulu apporter des échantillons ou des photos à l'IRD Nouméa, permettant de compléter la liste vers le Vanuatu...Jean-Louis Laurent et Michel Lardy
- aux participants des transits valorisés, Jean-Yves Panché, David Varillon, Stéphane Calmant, Jean-Michel Boré, Xavier Combres, Francis Gallois, Romain Charraudeau, Céline Chauvin, et Guillaume Dirberg pour leur gentillesse d'avoir affronté des conditions météorologiques pas toujours faciles, et d'avoir ramené à bon port les précieux échantillons.
- à Guy Cabioch pour le prêt de son microscope et ses conseils lors des photographies au centre IRD de Nouméa (UR 55) de Nouméa.
- à toute l'équipe de la Reprographie/Infographie de l'IRD et pour le suivi du site web de l'IRD Nouméa
-
- au "Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor Project " du Goddard Space Flight Center de la NASA (USA) pour l'imagerie SeaWiFS.
- au Directeur du Centre IRD de Nouméa pour son soutien dans cette collaboration.

Présentation

Trichodesmium (*Oscillatoria*) appartient au phytoplancton. Cette algue microscopique a la particularité de fixer l'azote atmosphérique et de se développer en océan tropical, lorsque les sels nutritifs sont en quantités très faibles, et là où les autres espèces de phytoplancton ne sont pas compétitives. La fixation d'azote par le phytoplancton océanique revêt une importance considérable à l'échelle de l'océan mondial. En effet, dans les zones océaniques désertiques dépourvues de sels nutritifs disponibles, cette source d'azote apportée au milieu conditionne une chaîne alimentaire marine encore méconnue. L'objectif du programme de recherche de l'IRD était d'estimer la fixation d'azote par *Trichodesmium* à l'échelle de tout le Pacifique tropical sud ouest en combinant l'utilisation d'images satellites de couleur de la mer SeaWiFS et des expérimentations scientifiques régulières à la mer lors de campagnes dans le Chenal des Loyauté.

Trichodesmium (*Oscillatoria*) a la particularité de former de vastes efflorescences de surface, très colorées et visibles à partir de navires ou d'avion. L'équipe a souhaité disposer d'observations lui permettant de connaître la distribution des *Trichodesmium* dans la vaste région du Pacifique Tropical sud ouest, en relation avec les images satellites, continuant ainsi une tradition d'observation par l'IRD Nouméa. La collaboration de la Marine Nationale a donc été sollicitée pour effectuer un suivi des efflorescences de surface. Les moyens d'observations de la Marine Nationale qui surveille la Zone Economique Exclusive de Nouvelle Calédonie étaient parfaitement adaptés pour les dénombrier et les échantillonner, et de plus permettre l'embarquement de scientifiques désireux de faire des expérimentations à bord.

Surveillance avion et navires

La surveillance par la Marine Nationale a consisté en photographies aériennes par l'escadrille basée à la Base Aéronavale de La Tontouta lors de la surveillance de la Zone Economique Exclusive de Nouvelle Calédonie. A partir de 2002, cette surveillance aérienne a été complétée par une récolte d'échantillons organisée par les équipages des navires sillonnant la zone : *La Glorieuse*, *La Moqueuse* et le *Batral Jacques Cartier*. Ces observations ont été consignées en temps réel sur le site lodyc à l'IRD de Nouméa (au site www.ird.nc/dme/dme_r086). Cette surveillance a permis de détecter 69 efflorescences de surface de *Trichodesmium* entre novembre 1998 et avril 2004. Seules 2 d'entre elles n'étaient pas des *Trichodesmium*. Ces observations sont listées au Tableau 1. Les positions sont reportées sur l'image satellite moyenne SeaWiFS (Figure 1). La figure montre que les efflorescences sont observées là où la chlorophylle de surface moyenne estivale est forte. Ces observations sont reportées également sur des cartes mensuelles (Cartes 1 à 5). L'histogramme regroupant l'ensemble des observations (aéroportées et navires) montre que le maximum d'efflorescences est observé au mois de janvier (Fig. 2). Les échantillons fixés au formol ont permis de faire des photographies au microscope de la flore algale fixée. Ils nous permettent de nous assurer que les efflorescences sont bien causées par *Trichodesmium* (99% des échantillons récoltés dans les efflorescences contenaient *Trichodesmium*) et nous renseignent sur la diversité des formes présentes autour de la Nouvelle Calédonie et dans les autres archipels. Ces photographies sont reportées à la fin de ce rapport sous la forme de planches. Les photographies aériennes sont reportées sous forme de planches couleur.

Valorisations de transits

Des transits valorisés ont été organisés sur les navires de la Marine Nationale et sur l'Alis (table 3 et cartes 6 à 10). Ils ont permis d'effectuer des mesures précises des pigments spécifiques des *Trichodesmium* (phycoérythrine) grâce à des filtrations à bord. Les analyses des échantillons congelés ont été réalisées par le Laboratoire du CNRS Arago à Banyuls sur Mer. Ces échantillons ont permis de décrire la distribution des pigments associés à *Trichodesmium* dans une zone plus étendue que celle étudiée lors des campagnes Diapalis dans le Chenal des Loyauté (Tables 2 à 7). La quantité de phycoérythrine (PE) a varié au cours des transits. Le rapport PE/chla est en moyenne de 1.91 mais cette proportion était nettement inférieure en juillet 2003. Les observations confirment que la période hivernale 2003 est moins favorable à *Trichodesmium* que la période estivale (janvier 2004 sur *la Glorieuse*).

Conclusions

En résumé, l'ensemble des observations faites par la Marine Nationale et l'Alis entre 1998 et 2004 dans les zones de Nouvelle Calédonie, Vanuatu et Fiji nous a appris que *Trichodesmium* était présent dans tout le Pacifique tropical sud ouest, que les efflorescences se produisaient en relation étroite avec les taches de chlorophylle vues par satellite en période estivale, et que le pic d'observations se situe en janvier chaque année.

Les observations seront utilisées pour interpréter les images de chlorophylle de SeaWiFS (NASA) et décrire le développement des enrichissements en chlorophylle dans toute la zone du Pacifique tropical sud ouest (15°S-25°S-165°E-180°E).

Les observations ont permis de déterminer que la forme la plus commune (*Trichodesmium erythraeum*) était systématiquement trouvée depuis la Nouvelle Calédonie jusqu'aux Iles Fiji, mais que la diversité de formes est plus importante dans certaines zones (Vanuatu). Cette diversité morphologique pourra être étudiée plus en détails grâce aux échantillons recueillis.

La collaboration des navires de la Marine Nationale et de l'Alis a permis de compléter les connaissances acquises lors des campagnes dans le Chenal des Loyauté et il serait souhaitable que la veille par la Marine Nationale de Nouvelle Calédonie se poursuive et que l'Alis puisse contribuer à améliorer notre connaissance de la distribution des *Trichodesmium* dans tout le Pacifique tropical sud ouest.

- L'unité Mixte de Recherche Lodyc (UPMC-CNRS-IRD) à laquelle appartient Cécile Dupouy-Douchement est un laboratoire tourné vers l'étude de l'évolution naturelle du système climatique et de ses conséquences sur les ressources biologiques marines. L'unité de recherche Cyano (IRD) est une unité de recherche tournée vers l'étude des cyanobactéries marines. Les deux UR sont impliquées dans le programme DIAPAZON (DIAzotrophie PACifique ZONE), programme soutenu par le programme national français PROOF (Programme Biogéochimie et Flux de l'INSU). Le projet TOPAZE (Tropiques, Optique et AZotE) du LODYC vise à caractériser le signal de « couleur de la mer » des *Trichodesmium*, afin de les détecter sur les images satellitales de SeaWiFS et fournir une estimation par satellite de la fixation d'azote dans le Pacifique tropical sud ouest pour une modélisation globale des flux de carbone et d'azote.

FICHE D'OBSERVATION des EFFLORESCENCES et EAUX COLORÉES (*Trichodesmium* spp.) autour de la NOUVELLE-CALÉDONIE-VANUATU-FIJI-TONGA



Demandé par **Cécile DUPOUY**
sous couvert de M. Le Directeur du Centre IRD de Nouméa
Programme **TOPAZE/DIAPAZON**
(Tropiques OPTique et AZotE, UMR LODYC, PARIS et UR CYANO)
Centre IRD of Nouméa - BP A5 – 98848 Nouméa Cedex
☎ : 26 08 04 - Fax : 26 43 26 e-mail : dupouy@noumea.ird.nc
site web : http://www.ird.nc/dme/dme_r086.htm

Situation générale :

Latitude :

Longitude :

Date :

Numéros des piluliers (exemple : 1, 2, 3, 4, 5) :

--	--	--	--	--

Numéros des photographies (exemple : jjmmaa/n°) :

.....

État de la mer :

Vitesse du vent :

Direction du vent :

Nuages :

Pluie :

Observation sur l'efflorescence :

(direction par rapport à la côte, couleur,...hauteur avion ou hélicoptère)

.....

Surface couverte (estimation) :

Mode opératoire :

- Récupérer le matériel flottant, dans les traînées colorées de surface, à l'aide d'un seau
- Homogénéiser
- Remplir 2 piluliers à chaque récolte avec un entonnoir de fortune (bouteille eau minérale coupée)
- Si possible, remplir une bouteille d'eau avec matériel sans bouchon et la mettre au congélateur
- Transmettre dès retour à la base piluliers, bouteille et fiches d'observation à Cécile DUPOUY :
Centre IRD de Nouméa - BP A5 – 98848 Nouméa Cedex – ☎ : 26 08 04

Trichodesmium Sp. Espèce d'algue du phytoplancton de forme filamenteuse. Les filaments de couleur verte,jaune ou brune s'assemblent en colonies en forme de radeaux ou pelotes (d'une taille de quelques millimètres) et deviennent visibles à l'œil nu. Cette algue microscopique a la capacité particulière de fixer l'azote dissout dans l'eau, ce qui lui permet de se développer dans les eaux très pauvres en sels nutritifs. Elles peuvent provoquer des marées "rouges" de couleur variable en périodes de calme à la surface de l'océan.

date*	lon100+	lat100-	n°*	n°	n°	n°	n°	n°	n°	n°	n°	Planche couleur	Photo avion	lieu
12/04/1998	177.77	-14.28										1		Fiji (Vavau)
18/11/1998	168.97	-22.58											avion1	Walpole
18/11/1998	170.67	-24.35											avion1	NC sud
25/11/1998	163.58	-22.25											avion2	NC sud
25/11/1998	164.17	-21.33											avion2	NC sud
25/11/1998	160.92	-19.58											avion2	NC sud
18/12/1998	165.83	-22.07											avion3	NC ouest
08/01/1999	166.00	-23.00											avion4	NC s.ouest
08/01/1999	166.25	-24.17											avion4	NC s.ouest
08/01/1999	164.33	-23.83											avion4	NC s.ouest
07/01/2000												1'	avion5	Vavau (Tonga) Alis
07/01/2000	165.18	-21.82											avion5	NC ouest
07/01/2000	161.87	-20.50											avion6	NC ouest
28/12/2000	162.97	-19.95											avion6	Belep
28/12/2000	164.02	-21.34											avion6	Poum
28/12/2000	163.58	-21.81											avion6	Poum
08/01/2001	172.00	-22.33											avion7	
18/01/2001	164.28	-21.18											avion8	
18/01/2001	164.03	-18.52										2-2'	avion8	Recif Petri
23/01/2001	161.13	-22.18										3	avion9	Grande Barrière
23/01/2001	161.13	-22.18											avion9	NC sud
29/01/2001	161.67	-24.89										0		NC sud
29/01/2001	162.06	-24.79										0		NC sud
07/05/2001	163.48	-20.20											avion10	Belep
05/09/2001	170.75	-20.13											avion11	Anatom
05/09/2001	170.27	-20.68											avion11	Anatom
13/11/2001	167.31	-22.16										0		NC est
13/11/2001	167.49	-22.00										4		NC est
03/11/2001	167.04	-20.78										5		Lifou
30/01/2002	166.83	-22.33										6	avion12	St Vincent (face Uitoe)
30/01/2002	166.02	-22.20											avion12	Uitoe
08/02/2002	162.54	-21.43											alis1	Chesterfields
21/04/2002	162.89	-23.49										7		NC sud ouest (large)
24/04/2002	169.20	-22.47										7'		E. Walpole (J. Cartier)
08/07/2002	184.68	-19.14										8		Fiji (J. Cartier)
16/07/2002	164.70	-23.05											avion13	NC ouest
10/12/2002	168.98	-18.67										9		Erromango (J. Cartier)
13/12/2002	167.34	-19.11										9	avion14	Erromango (Marine)
11/12/2002	167.50	-19.08												BAN
12/12/2002	164.85	-19.32										10		Surprises (Glorieuse)
12/12/2002	164.85	-19.33										10		Surprises (Glorieuse)
16/12/2002	190.14	-20.81										11		Niue(ALIS)
16/12/2002	190.56	-20.85										11		Niue(ALIS)
18/12/2002	186.13	-21.19										11		Niue(ALIS)
18/12/2002	187.95	-20.18										11		Niue(ALIS)
25/12/2002	169.07	-20.18												ouest Tanna
17/02/2003	165.48	-23.23											avion15	Santo
20/02/2003	166.50	-15.07											avion16	NC ouest
28/03/2003	163.35	-24.73										1***/12	avion17	NC sud
17/04/2003	167.52	-19.52												
25/04/2003	168.17	-17.92												Vanuatu (Efate)
27/07/2003	168.15	-17.95												Vanuatu (Efate)
04/11/2003	167.56	-17.65										13		Vanuatu
09/12/2003	167.85	-20.40												
18/12/2003	169.03	-24.05											avion18	La Glorieuse
17/01/2004	168.33	-23.33											avion19	BAN
23/01/2004	161.01	-20.27												BAN
26/01/2004	167.37	-22.18											avion20	
29/01/2004	166.12	-20.33										14	Alis2	Autemps-Baupré PIL
30/01/2004	166.28	-20.29										15		Alis
01/02/2004	167.59	-21.33										16		Alis
13/02/2004	169.90	-19.83												Balabio nappe (gendame)
12/02/2004	166.50	-18.50											avion21	BAN
16/02/2004	168.50	-18.83											avion21'	Avion ligne Vanuatu
28/02/2004	168.50	-18.83										17		Chenal Loyauté Alis
01/03/2004	167.00	-22.00										18	avion22	Recif barriere est Ma
04/03/2004	168.71	-20.16												avion Marine
29/03/2004	167.00	-17.00											avion23	Vanuatu (J.L. Laurent
26/04/2004	163.00	-20.09												
01/10/2004	165.00	-21.83												Chenal Loyauté
10/10/2004	168.00	-18.83												Vanuatu
15/11/2004	163.11	-21.82											avion24	NC ouest (BAN)

Table 1. Résumé des observations faites par la Marine Nationale et l'Alis entre 1998 et 2004. Latitudes et longitudes (/100). Numéros planches photographiques, photos aériennes et piluliers.

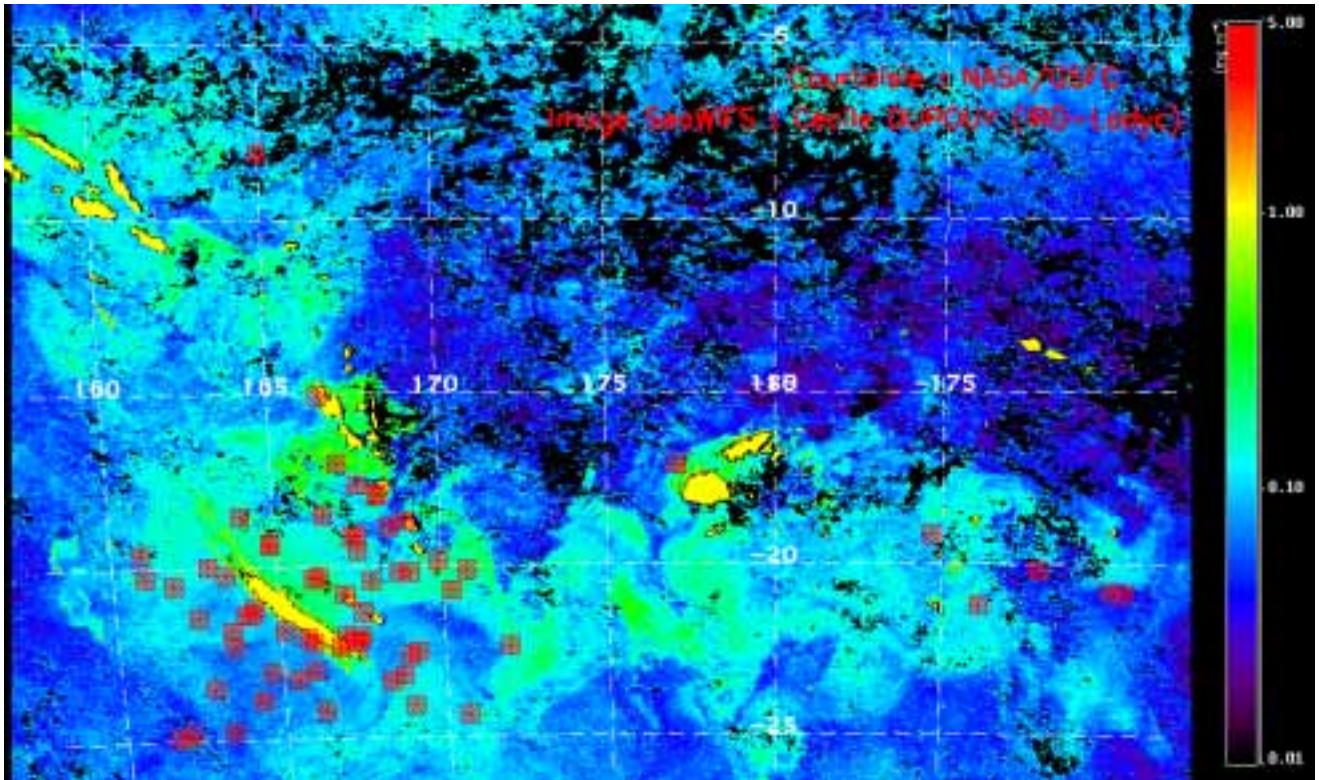


Figure 1. Carte satellite globale SeaWiFS de la région de Nouvelle Calédonie (image typique d'été de Février 2003, composite du 1^{er} au 25). En rouge, l'ensemble des observations d'efflorescences de *Trichodesmium* relevées par les avions et navires de la Marine Nationale de 1998 à 2004 (et par l'Alis à l'est de 180°E). SeaWiFS (« Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor ») est un satellite américain (NASA/GSFC) qui mesure la chlorophylle de surface (échelle à droite, de 0 à 5 mg/m-3). La chlorophylle augmente du bleu au vert. Terres émergées en jaune. Latitudes et longitudes en blanc.

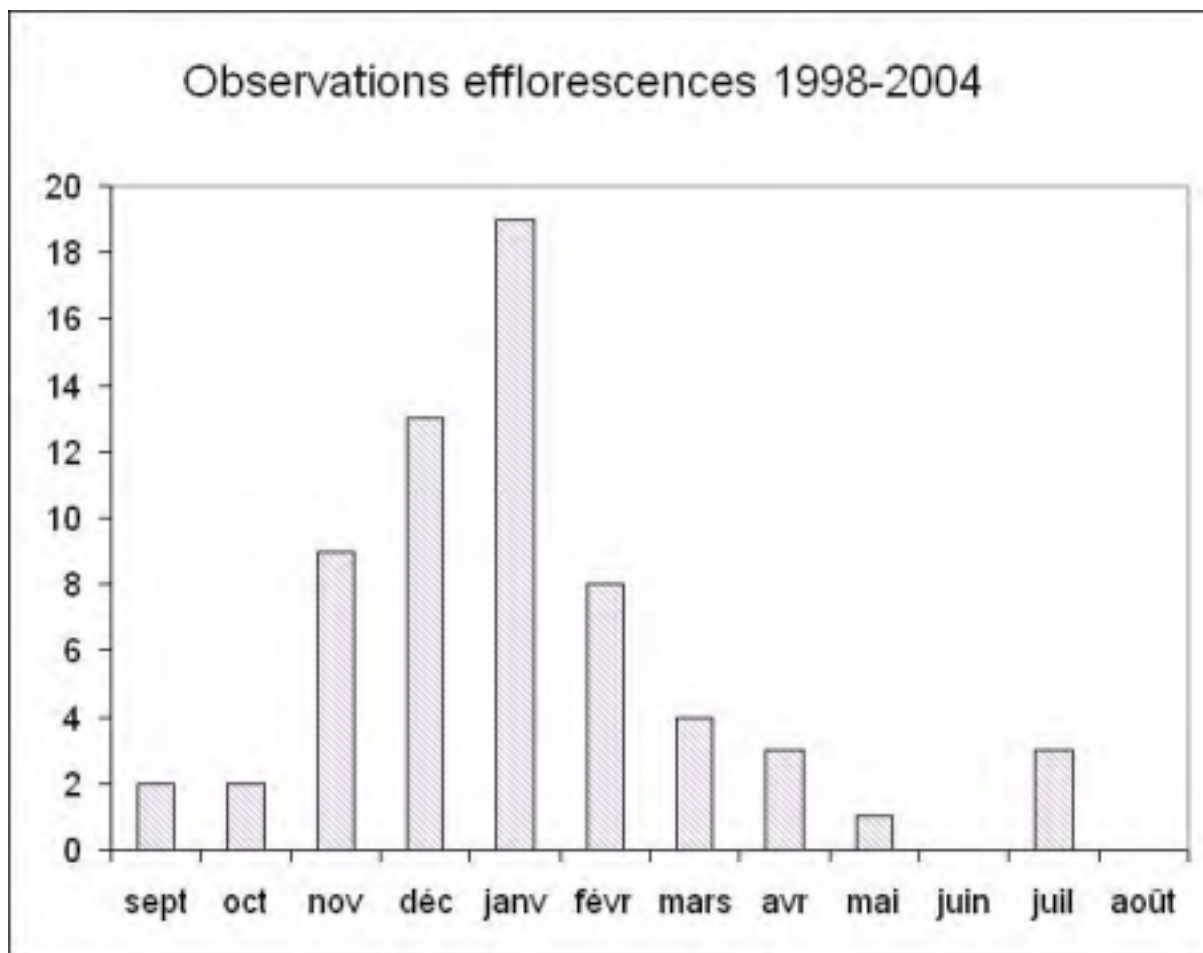


Figure 2. Histogramme des observations d'efflorescences de surface repérées entre 1998 et 2004 par les avions et les navires de la Marine Nationale en Nouvelle Calédonie (65 observations), l'*Alis* et des observateurs extérieurs.

Liste des cartes.

Carte 1 – Positions des observations des efflorescences en janvier et février (1998-2004).

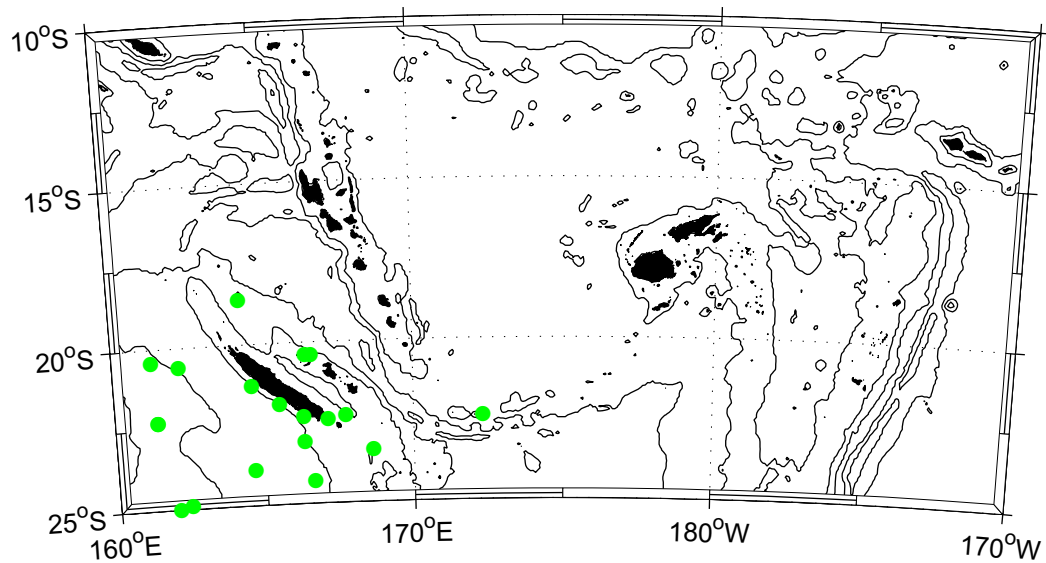
Carte 2- Positions des observations des efflorescences en mars et avril (1998-2004)

Carte 3- Positions des observations des efflorescences en mai et juillet (1998-2004). Pas d'observations en juin.

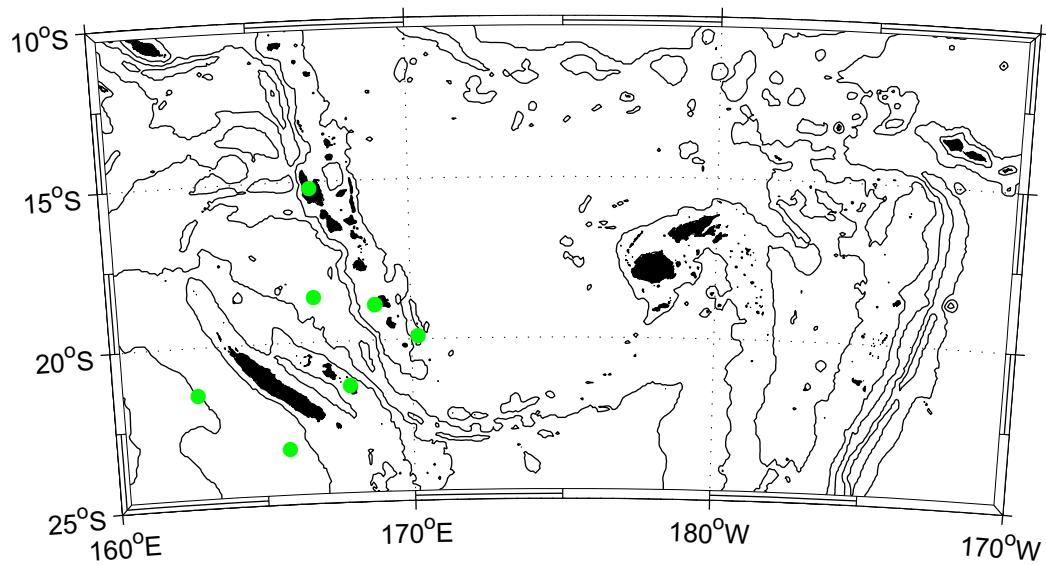
Carte 4- Positions des observations des efflorescences en septembre et octobre (1998-2004). Pas d'observation en août.

Carte 5 - Positions des observations des efflorescences en novembre et décembre (1998-2004).

Mar. Nation. Janvier

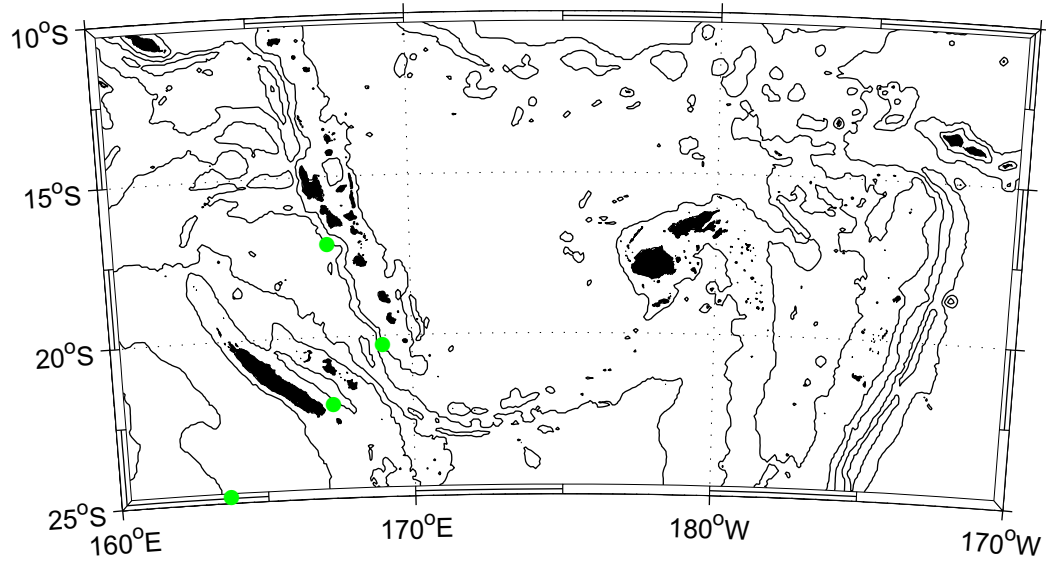


Mar. Nation. Fevrier

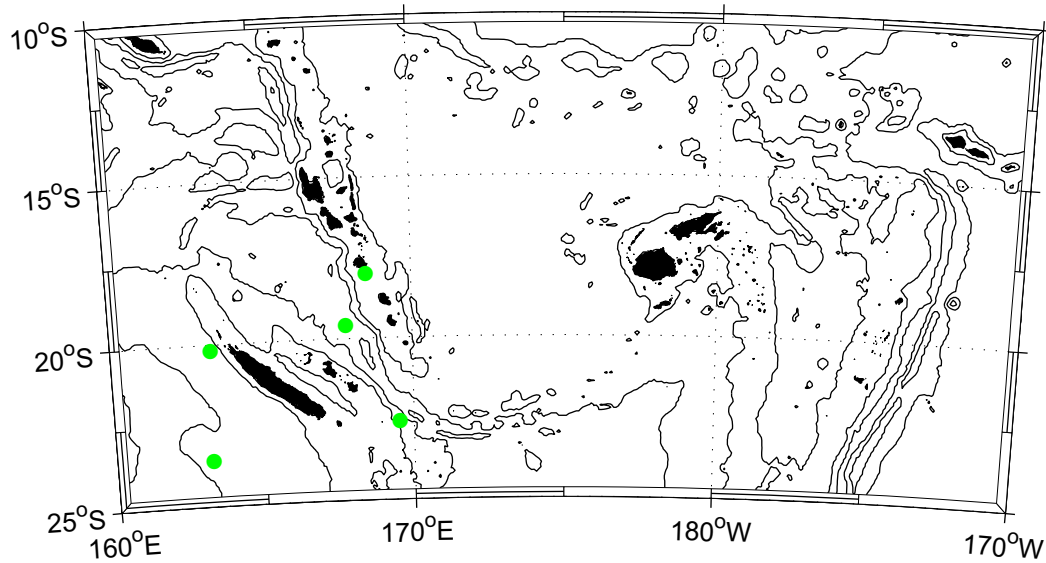


Carte 1. Observations en janvier et février (synthèse 1998-2004)

Mar. Nation. Mars

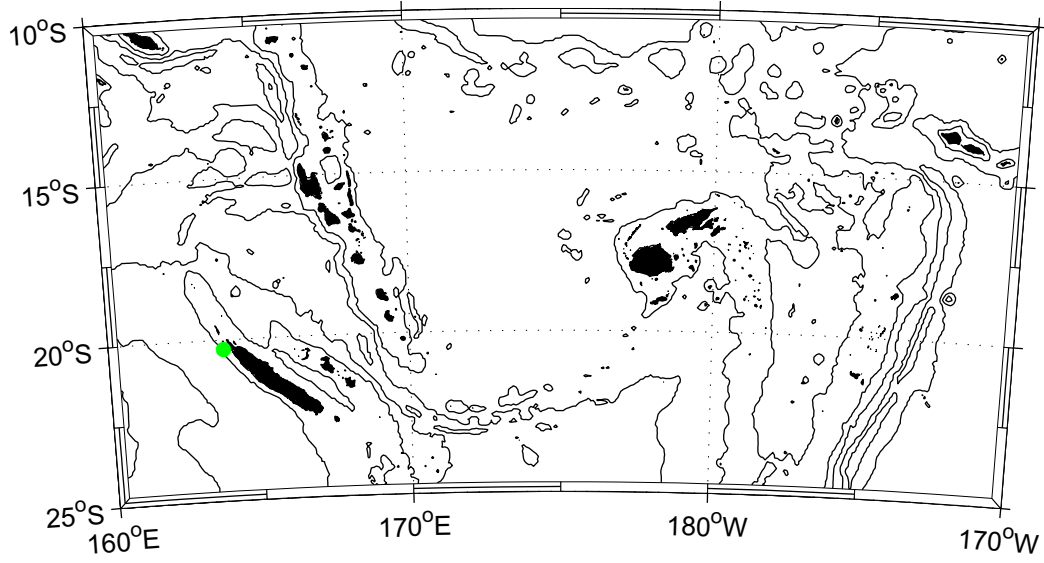


Mar. Nation. Avril

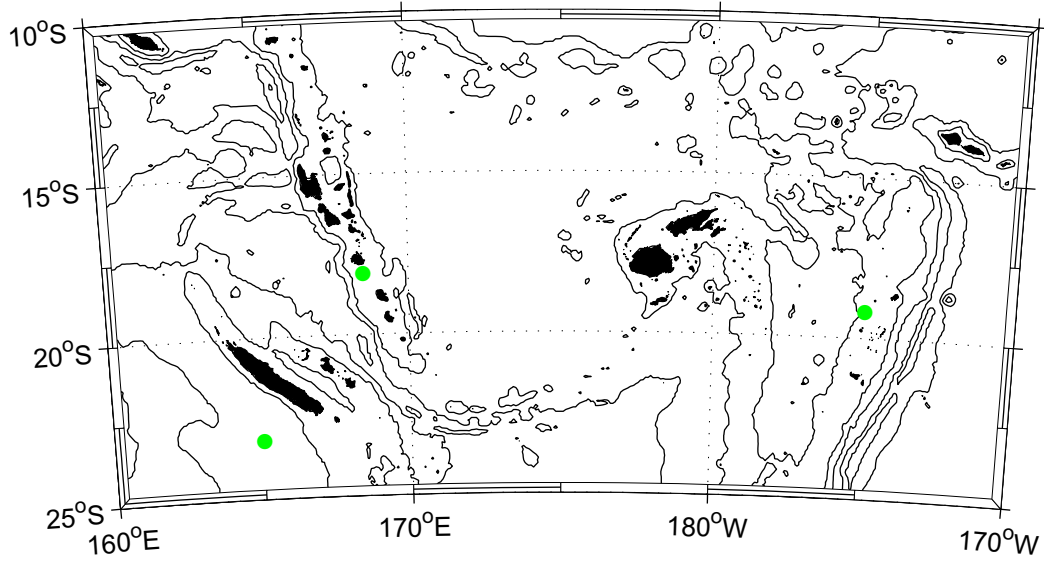


Carte 2. Observations en mars et avril (synthèse 1998-2004)

Mar. Nation. Mai

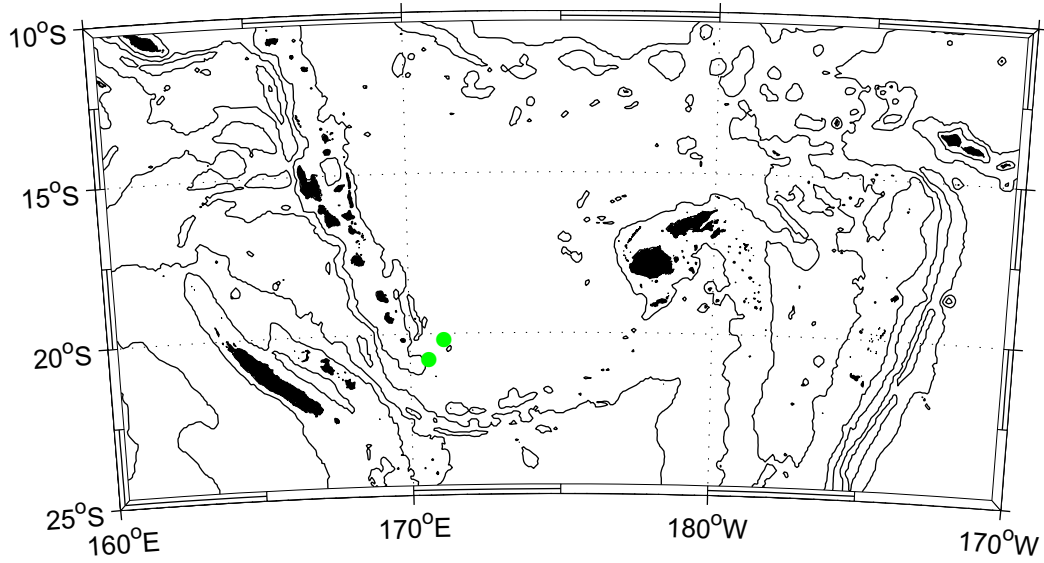


Mar. Nation. Juillet

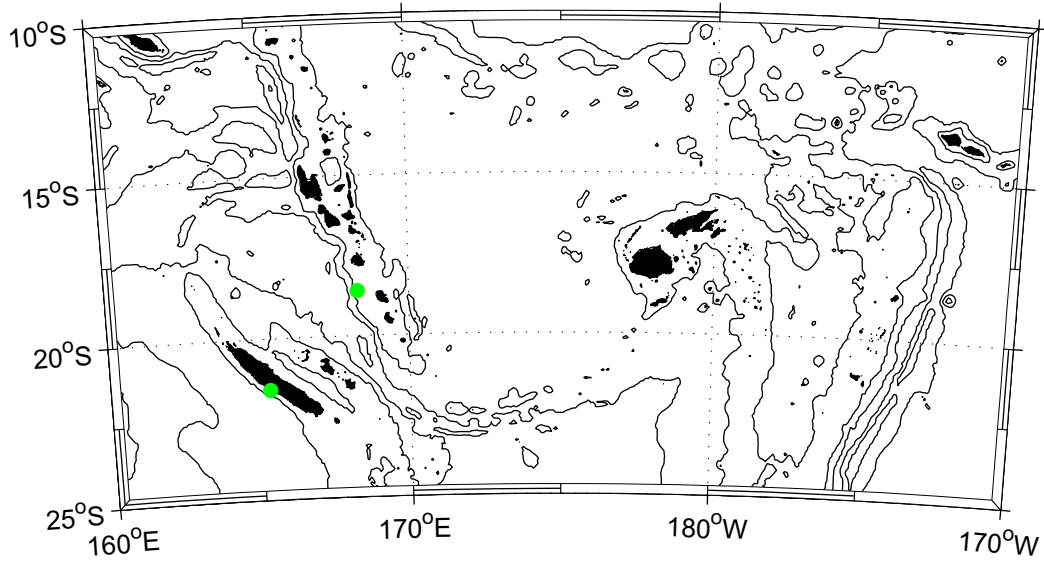


Carte 3- Positions des observations des efflorescences en mai et juillet (1998-2004). **Aucune efflorescence observée en juin.**

Mar. Nation. Septemb

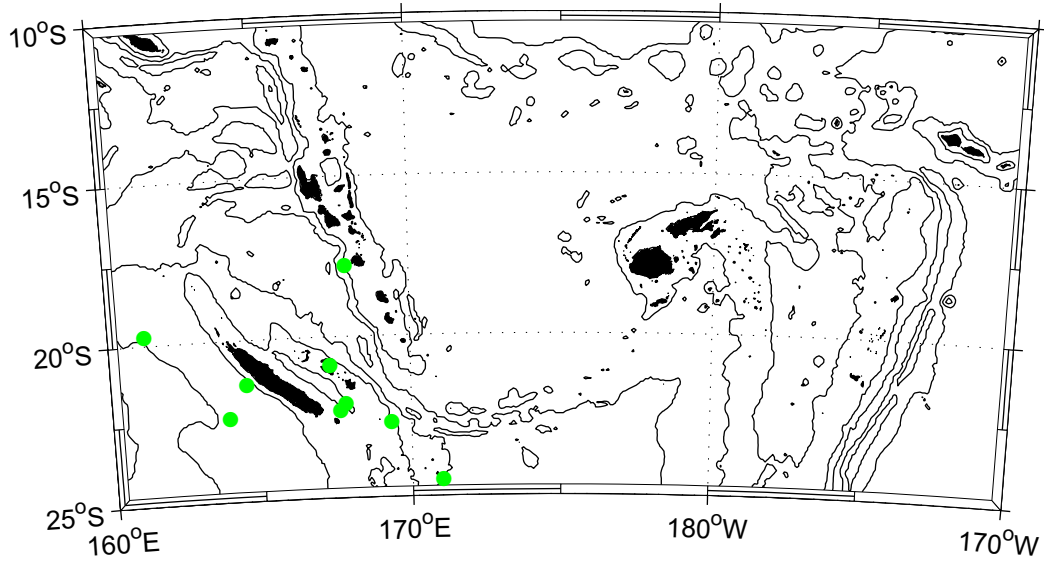


Mar. Nation. Octobre

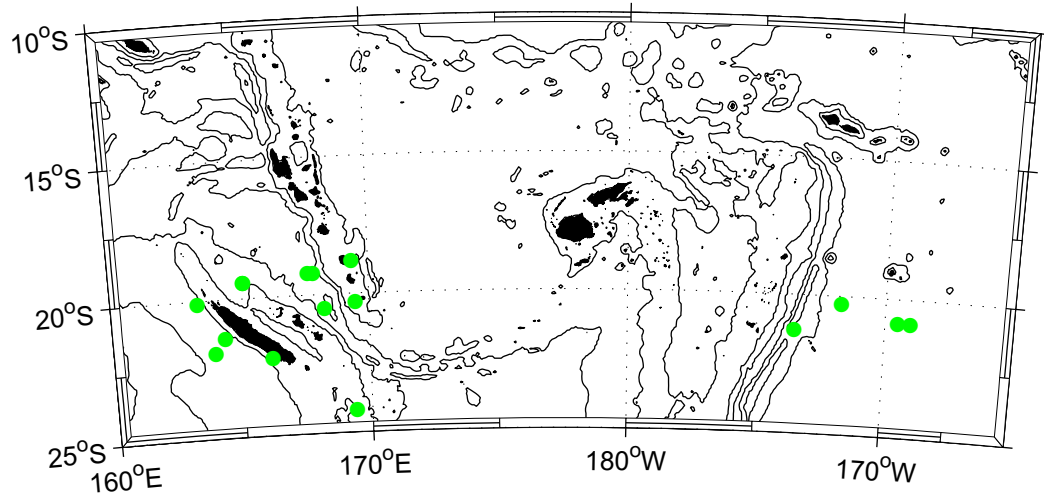


Carte 4- Positions des observations des efflorescences en septembre et octobre (synthèse 1998-2004). **Pas d'efflorescences en août.**

Mar. Nation.Novembre



Mar. Nation.Décembre



Carte 5 - Positions des observations des efflorescences en novembre et décembre (synthèse 1998-2004) (Note : Les points à l'est de 180°E par le navire IRD *Alis*).

Carte 6 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Mai 2002 (*Alis*)

Carte 7 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Février 2003 (*Alis*)

Carte 8 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Mars 2003 (*Alis*)

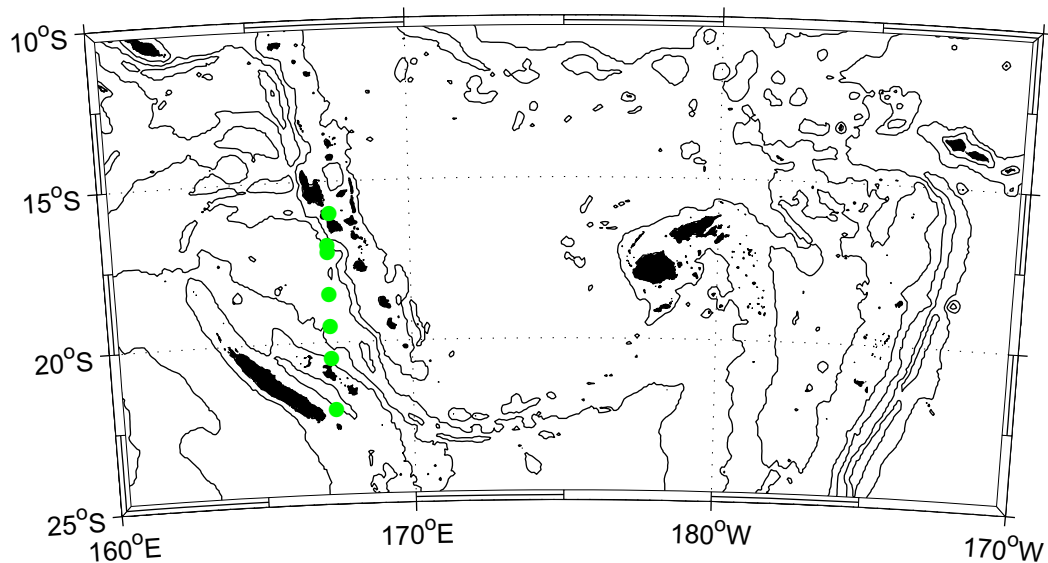
Carte 9 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Avril 2003 (Batral *Jacques Cartier*)

Carte 10 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Fiji : Avril 2003 (*Alis*)

Carte 11 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Wallis et Futuna, Juillet 2003 (Batral *Jacques Cartier*)

Carte 12 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu, Février 2004 (*Alis*)

Campagne 01 Mai 2002

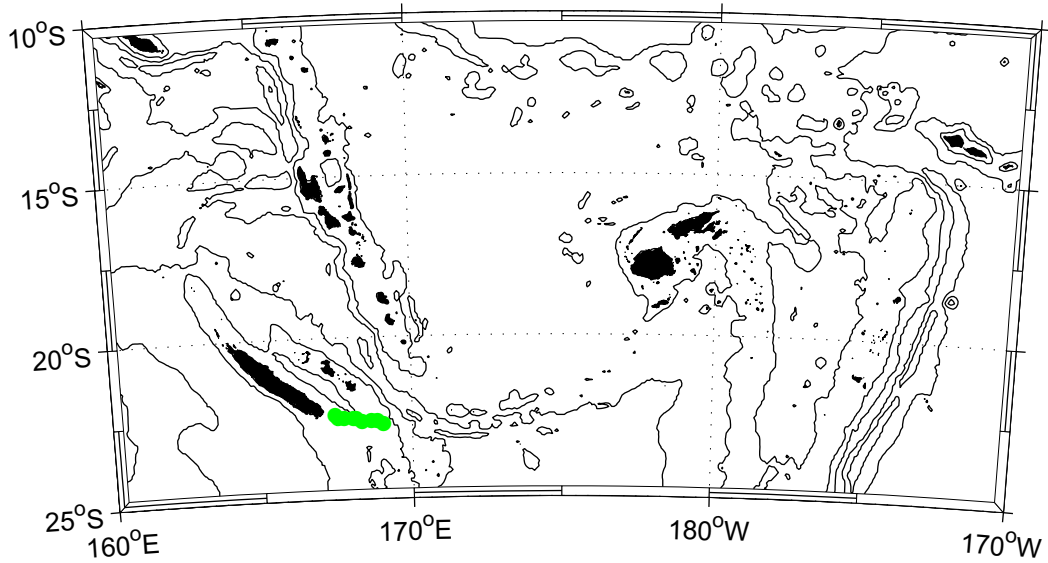


Carte 6 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Mai 2002 (*Alis*)

NOUMEA-SANTO Jean-Yves PANCHE MAI 2002 (<i>Alis</i>)										
Date	Heure locale	lon(100)	lat(100)	Patm	Hum	T Air	T Mer	Tchl a	PE	
04/05/2002	01:42	167.00	-17.07	1005				0.427	0.78	
13/05/2002	02:44	167.07	-15.88	1007	76	27.4	29.1	0.233	1.03	
13/05/2002	09:18	167.04	-16.88	1010	80	26.3	28.4	0.193	0.82	
13/05/2002	19:40	166.99	-18.42	1011	57	24.8	27.1	0.258	1.18	
14/05/2002	02:06	166.99	-19.38	1011	64.5	24.9	26.8	0.125	0.28	
14/05/2002	08:53	166.98	-20.42	1012	70	24.5	26.2	0.082	0.22	
14/05/2002	19:16	167.06	-22.01	1013	69	22.3	24.8	0.480	1.51	

Table 2. Données de pigments recueillis lors du trajet Campagne 01 : Nouméa-Vanuatu : 17-13-14 mai 2002. Analyses par spectrofluorométrie Jacques Neveux et Marcio Tenorio.

Campagne 02 Fev 2003

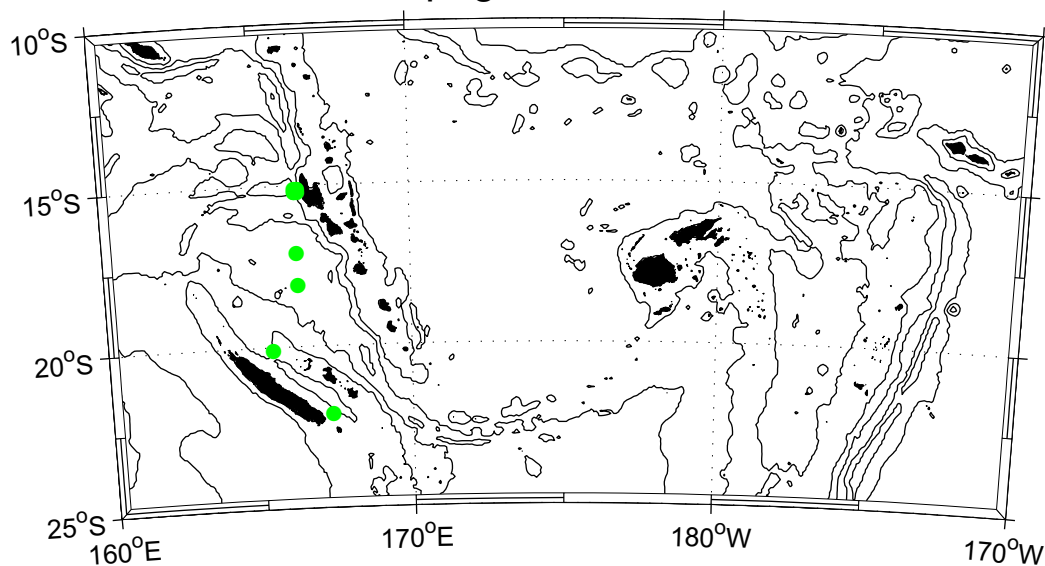


Carte 7 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Février 2003 (*Alis*)

NOUMEA-WALPOLE David Varillon FEVRIER 2003 (<i>Alis</i>)									
Date	Heure	lon(100)	lat(100)	Patm	Hum	T Air	T Mer	Tchl a	PE
28/02/2003	10:08	167.07	-22.32	1008	91	25.8	25.8	0.47876	1.10
28/02/2003	11:08	167.23	-22.35	1008	92	26	26.5	0.26236	0.73
28/02/2003	12:15	167.40	-22.37	1008	87	27	27.4	0.24536	0.22
28/02/2003	14:00	167.70	-22.42	1007	86	26.8	27.4	0.22255	0.30
28/02/2003	15:00	167.83	-22.43	1007	86	26.7	27.4	0.39934	0.39
28/02/2003	15:50	167.98	-22.47	1007	86	26.7	27.4	0.30488	0.19
28/02/2003	17:55	168.32	-22.52	1007	86	26.6	27.4	0.27711	0.32
28/02/2003	19:00	168.47	-22.53	1007	87	26.5	27.3	0.25044	0.51
28/02/2003	20:13	168.65	-22.55	1008	84	26.9	27.1	0.18916	0.30

Table 3. Données de pigments recueillis lors du trajet Campagne 02 : Walpole : février 2003. Analyses par spectrofluorométrie Jacques Neveux et Marcio Tenorio.

Campagne 03 Mar 2003

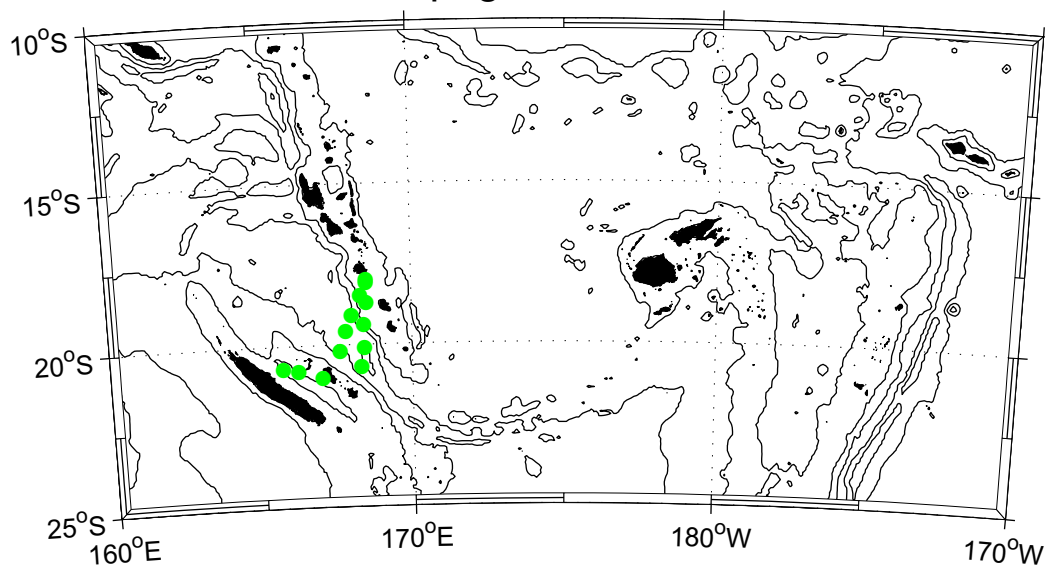


Carte 8 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Mars 2003 (*Alis*)

NOUMEA-SANTO (Jean-Michel BORE et Stéphane Calmant MARS 2003 (<i>Alis</i>))									
Date	Heure	lon(100)	lat(100)	Patm	Hum	Tair	Tmer	Tchl a	PE
12/03/2003	09:30	166.98	-22.01	1009	79	26.5	27.4	0.2866982	
15/03/2003	19:45	165.09	-20.03	1008	76	27.6	28.1		0.50
16/03/2003	08:30	166.00	-18.04	1011	90	26.3	28.5	0.1701442	
16/03/2003	17:00	166.01	-17.01	1009	94	27.4	29.1	0.5400829	
17/03/2003	08:20	166.01	-15.10	1011	87	26.4	28.9		0.14
17/03/2003	17:50	166.01	-15.10	1008	79	28.1	29.2	0.3696774	
18/03/2003	23:37	166.01	-15.04	1011	75	29.2	29.4	0.1892397	
19/03/2003	06:56	166.06	-15.04	1009	78	29	29		0.43
20/03/2003	02:09	166.06	-15.04	1009	75	29	30.2	0.221617	
21/03/2003	04:43	166.07	-15.07	1008	77	29	29		0.26

Table 4. Données de pigments recueillis lors du trajet Campagne 03 : Vanuatu : mars 2003. Analyses par spectrofluorométrie Jacques Neveux et Marcio Tenorio.

Campagne 04 Avr 2003

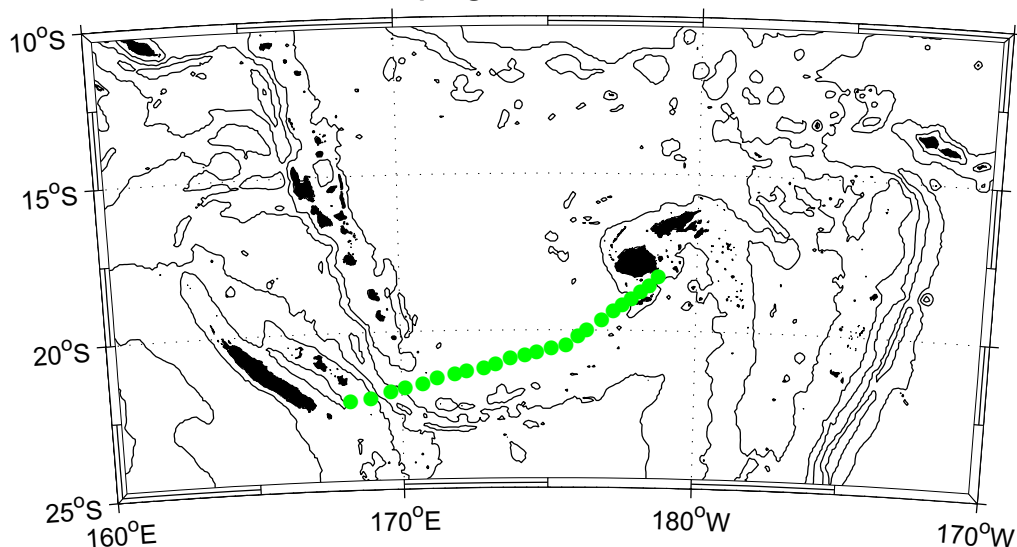


Carte 9 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu : Avril 2003 (Batal Jacques Cartier)

NOUMEA-VILA-LOYAUTE Xavier Combres AVRIL 2003 (Jacques Cartier)									
Date	Heure	lon(100)	lat(100)	Patm	Hum	Tair	Tmer	Tchl a	PE
17/04/2003	15h35	167.30	-20.07	1012	92	24	28	0.74933	0.36
17/04/2003	19:35:00	167.52	-19.52	1013	90	25	27	0.2081	0.86
17/04/2003	22:45:00	167.73	-18.97	1013	85	26	28	0.08172	0.24
18/04/2003	2:00:00	167.95	-18.43	1013	78	26.5	28	0.18064	0.55
18/04/2003	5:00:00	168.17	-17.92	1012	80	26	28	0.09363	0.74
21/04/2003	13:41:00	168.20	-17.98	1014	86	29	29	0.18802	1.00
21/04/2003	17:34:00	168.18	-18.58	1015	96	25	28	0.1707	0.51
21/04/2003	21:10:00	168.13	-19.28	1016	92	26	28	0.15343	0.27
22/04/2003	0:50:00	168.08	-19.97	1015	92	25	28	0.12285	0.22
22/04/2003	4:37:00	168.03	-20.60	1015	85	25	26	0.18412	0.77
25/04/2003	14:58:00	166.73	-20.85	1014	85	26	28	0.17152	0.41
25/04/2003	21:00:00	165.85	-20.68	1016	82	26	27.5	0.18495	0.40
25/04/2003	0:15:00	165.37	-20.58	1016	79	26	28	0.31416	0.52

Table 5. Données de pigments recueillis lors du trajet Campagne 04 : Vanuatu : avril 2003. Analyses par spectrofluorométrie Jacques Neveux et Marcio Tenorio.

Campagne 05 Avr 2003

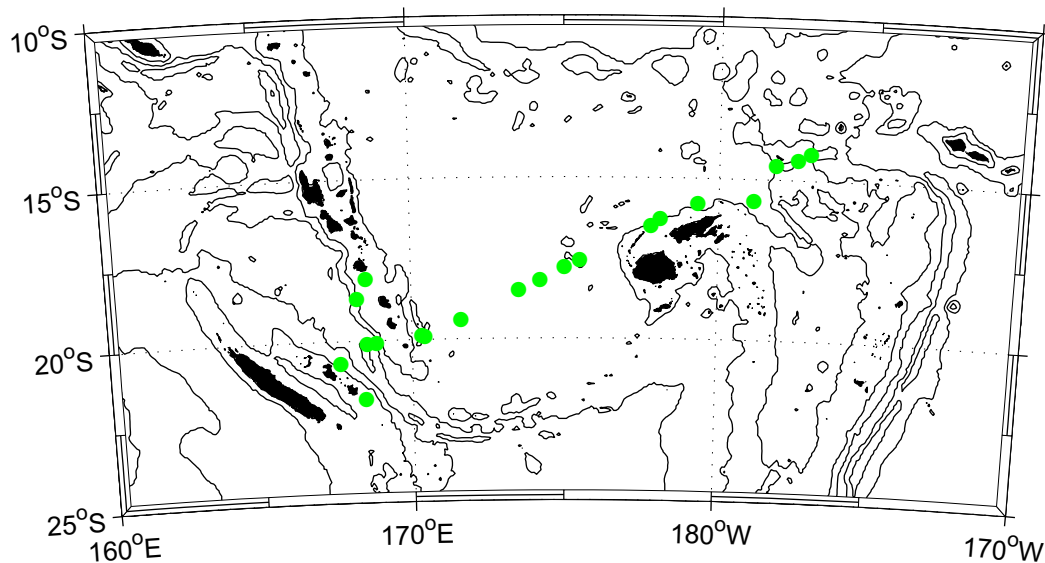


Carte 10 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Fiji : Avril 2003 (Alis)

FIJI-NOUMEA Francis Gallois AVRIL 2003 (Alis)									
date	heure	long	lat	ptam	hum	Tair	Tmer	tchl a	PE
22/04/2003	19:45:32	178.38	-18.19	1013	90	26.8	28.4	0.74027	1.64
22/04/2003	22:37:40	178.10	-18.53	1013	84	28.9	28.6	0.47376	0.90
23/04/2003	00:37:00	177.82	-18.71	1012	81	28.8	28.7	0.22801	1.23
23/04/2003	02:40:42	177.54	-18.88	1011	84	28.4	28.8	0.34476	2.05
23/04/2003	04:56:39	177.23	-19.08	1011	85	28.6	28.9	0.24273	1.39
23/04/2003	07:17:11	176.91	-19.29	1012	86	28	28.4	0.08618	0.10
23/04/2003	10:39:36	176.45	-19.59	1012	88	27.6	28		0.10
23/04/2003	13:36:32	176.04	-19.86	1011	88	27.3	27.5	0.06767	0.11
23/04/2003	16:36:30	175.66	-20.11	1011	91	26.8	27.1	0.33854	<0.2
23/04/2003	19:34:50	175.26	-20.37	1012	91	26.5	26.8	0.07157	<0.2
23/04/2003	22:39:24	174.79	-20.50	1013	88	27.2	27.2	0.06767	<0.2
23/04/2003	01:31:34	174.35	-20.61	1010	83.5	28.2	27.3	0.1052	<0.2
23/04/2003	04:21:48	173.90	-20.72	1010	92	26	27.2	0.1052	0.03
23/04/2003	07:27:33	173.42	-20.83	1011	97	24.2	27.4	0.0903	<0.2
24/04/2003	10:29:50	172.94	-20.95	1011	94	25.9	27.4	0.11605	0.22
24/04/2003	13:24:16	172.51	-21.05	1010	91	26.4	26.8	0.10585	0.54
24/04/2003	17:40:14	171.90	-21.20	1008	93	26.5	26.6	0.13117	0.15
24/04/2003	20:36:59	171.46	-21.30	1011	94	24.9	26.4	0.10884	0.10
24/04/2003	00:28:35	170.88	-21.43	1010	84	24.9	26.4	0.12444	0.09
24/04/2003	03:33:01	170.35	-21.57	1010	82	25.4	26.3	0.14312	0.06
24/04/2003	06:50:39	169.81	-21.69	1013	84	24.8	25.5	0.13225	0.09
25/04/2003	10:25:23	169.27	-21.82	1015	83.5	24.4	26.1	0.14929	0.40
25/04/2003	14:44:58	168.59	-21.97	1014	78	24.7	26.3	0.1326	0.41
25/04/2003	19:05:28	167.89	-22.14	1015	76	24.5	26.5	0.1616	0.24

Table 6. Données de pigments recueillis lors du trajet Campagne 05 : Fiji-Nouméa : avril 2003. Analyses par spectrofluorométrie Jacques Neveux et Marcio Tenorio.

Campagne 06 Jul 2003

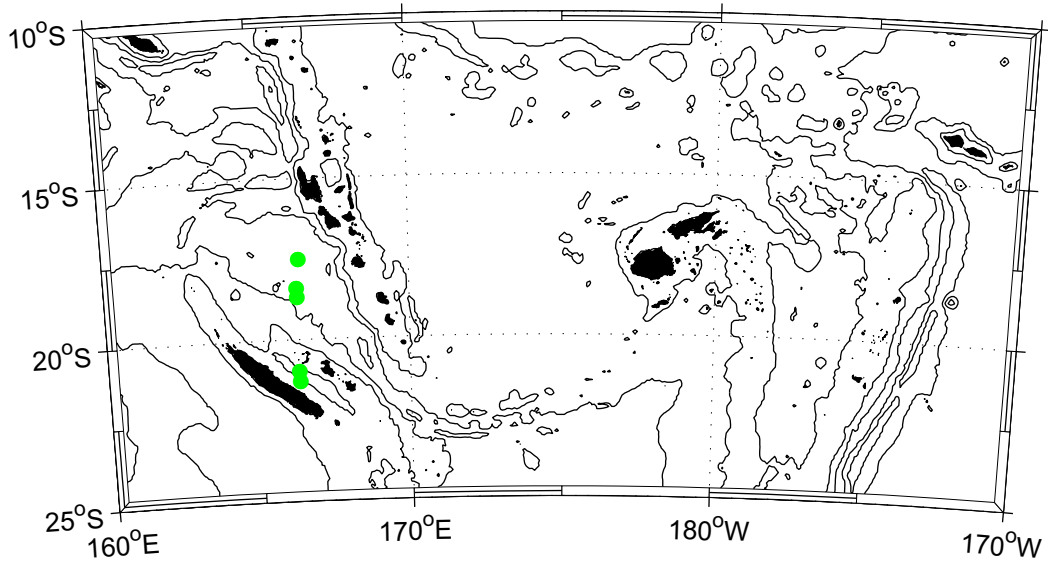


Carte 11 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Wallis et Futuna, Juillet 2003
(Batral *Jacques Cartier*)

WALLIS-NOUMEA-VANUATU Romain Charraudeau JUILLET 2003 (Jacques Cartier)									
Date	Heure	Long(360)	Lat (100)	Patm	Hum	Tair	Tmer	tchla	PE
7/7/03	17:00:00	167.28	-20.60	1024	71	19.5	26	0.612	<0.02
8/7/03	9:00:00	170.02	-19.83	1024	64	23.5	2	0.308	<0.02
8/7/03	17:00:00	171.28	-19.28	1020	83	21	25	0.226	<0.02
9/7/03	9:00:00	173.85	-18.12	1019	72	23.5	26	0.302	<0.02
9/7/03	17:00:00	175.15	-17.50	1016	71	25	26	0.339	0.12
10/7/03	9:00:00	177.80	-16.23	1016	82	25.5	27	0.170	0.06
10/7/03	17:00:00	178.98	-15.67	1012	85	27	27	0.089	<0.02
11/7/03	8:30:00	181.48	-14.50	1012	85	27.5	28		<0.02
11/7/03	20:30:00	182.58	-14.07	1012	92	27	28	0.132	<0.02
18/7/03	17:00:00	182.23	-14.28	1012	92	27.5	29		<0.02
19/7/03	9:00:00	180.77	-15.58	1014	85	27	28	0.122	<0.02
19/7/03	17:00:00	177.53	-16.35	1013	88	26	27	0.091	<0.02
20/7/03	9:00:00	174.67	-17.72	1017	84	25	26	0.088	<0.02
20/7/03	17:00:00	173.20	-18.42	1017	70	24	25	0.071	0.11
21/7/03	9:00:00	170.13	-19.78	1021	80	22.5	25	0.203	0.18
21/7/03	17:00:00	168.52	-20.03	1019	80	21.5	24	0.152	<0.02
26/7/03	9:00:00	167.90	-18.58	1020	81	23.5	25	0.361	0.87
26/7/03	14:00:00	168.15	-17.95	1017	70	25	26	0.196	0.11
27/7/03	9:00:00	168.18	-20.00	1020	76	23	24	0.136	<0.02
27/7/03	17:00:00	168.13	-21.72	1017	87	22	24	1.046	0.17

Table 7. Données de pigments recueillis lors du trajet Campagne 06 : Wallis : juillet 2003. Analyses par spectrofluorométrie Jacques Neveux et Marcio Tenorio.

Campagne 07 Fev 2004



Carte 12 – Positions des stations échantillonnées lors du transit -Vanuatu, Février 2004 (*Alis*)

NOUMEA-SANTO MOTEVAS Guillaume DIRBERG Février 2004 (<i>Alis</i>)									
Date	Heure	Long(360)	Lat (100)	Patm	Hum	Tair	Tmer	tchla	N°PE
28/02/2004	12:15	165.95	-21.17	1003	73	29	29.8	0.441	0.63
28/02/2004	12:15	165.95	-21.17	1003	73	29	29.8	0.505	*
28/02/2004	14:50	165.96	-20.87	1004	70	30	30	0.742	*
28/02/2004	14:50	165.96	-20.87	1004	70	30	30	0.690	*
29/02/2004	08:00	166.05	-18.55	1009	78	29	29.1	1.969	14.12
29/02/2004	08:00	166.05	-18.55	1009	78	29	29.1	0.352	0.34
29/02/2004	09:45	166.05	-18.34	1009	80	29	29.3	0.746	2.10
29/02/2004	09:45	166.05	-18.34	1009	80	29	29.3	0.521	1.03
29/02/2004	16:50	166.07	-17.38	1007	84	29	29.3	0.327	0.59
29/02/2004	16:50	166.07	-17.38	1007	84	29	29.3	0.340	0.49

Table 8. Données de pigments recueillis lors du trajet Campagne 07 : Vanuatu : février 2004. Analyses par spectrofluorométrie Jacques Neveux et Marcio Tenorio.

Panche 1. Fiji, Avril 1998. *Crédit photographique C. Dupouy. Campagne Trichonesia.*



Planche 2 (voir position Table 1) *Crédit photographique C. Dupouy.*

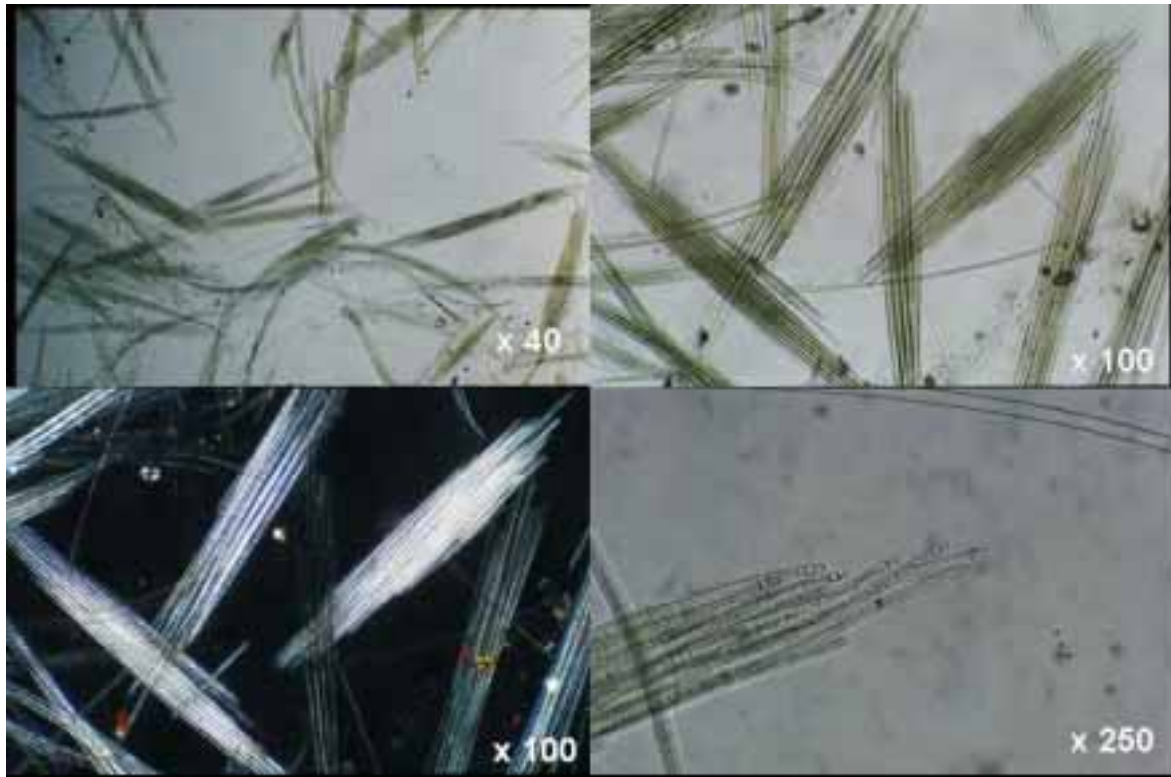


Planche 2' (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy*

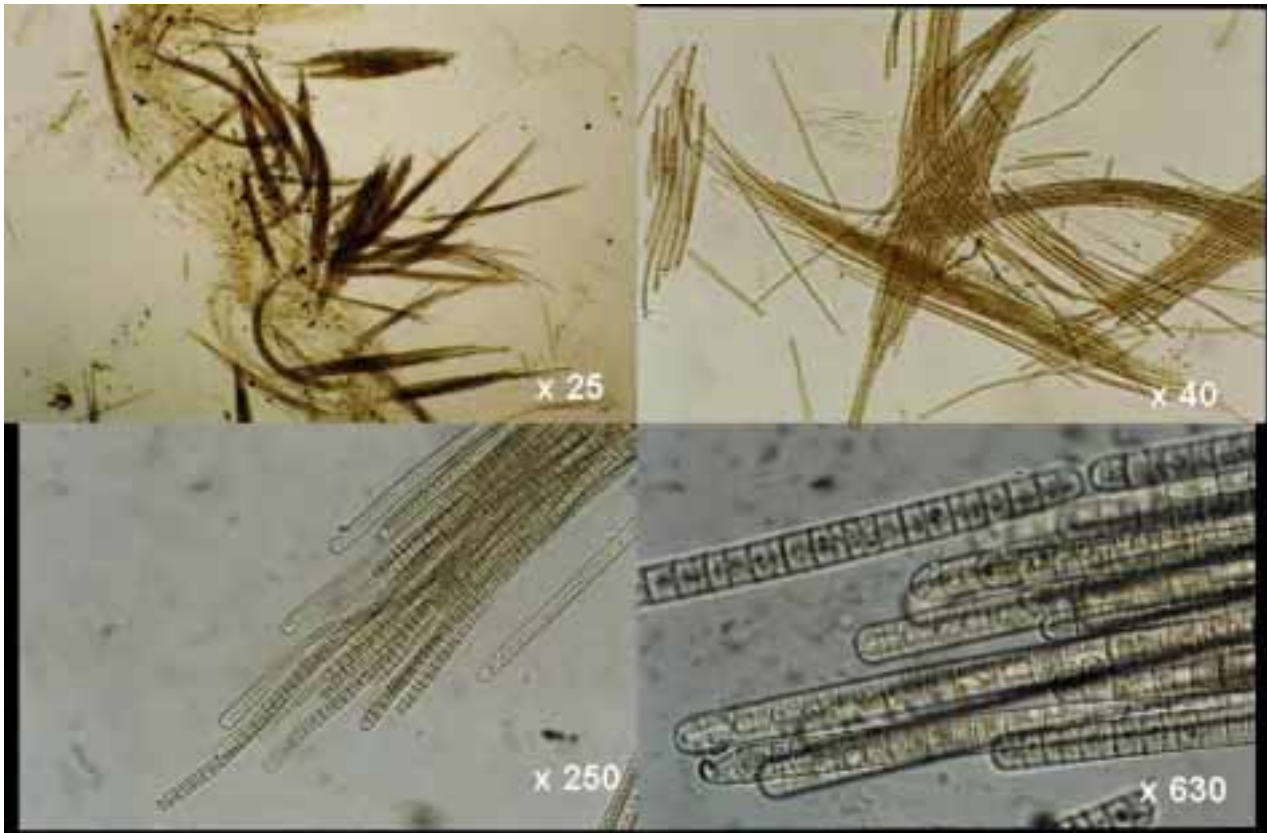


Planche 3 (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy et G. Dirberg*

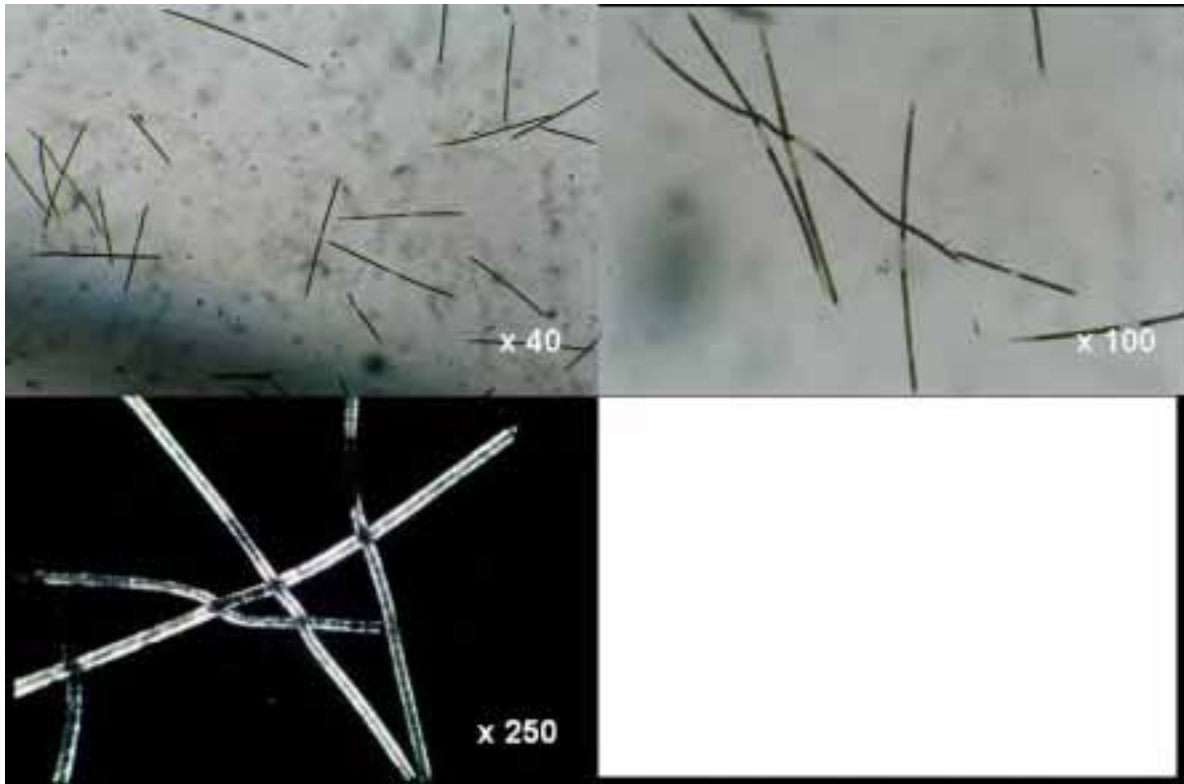


Planche 4 (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy*

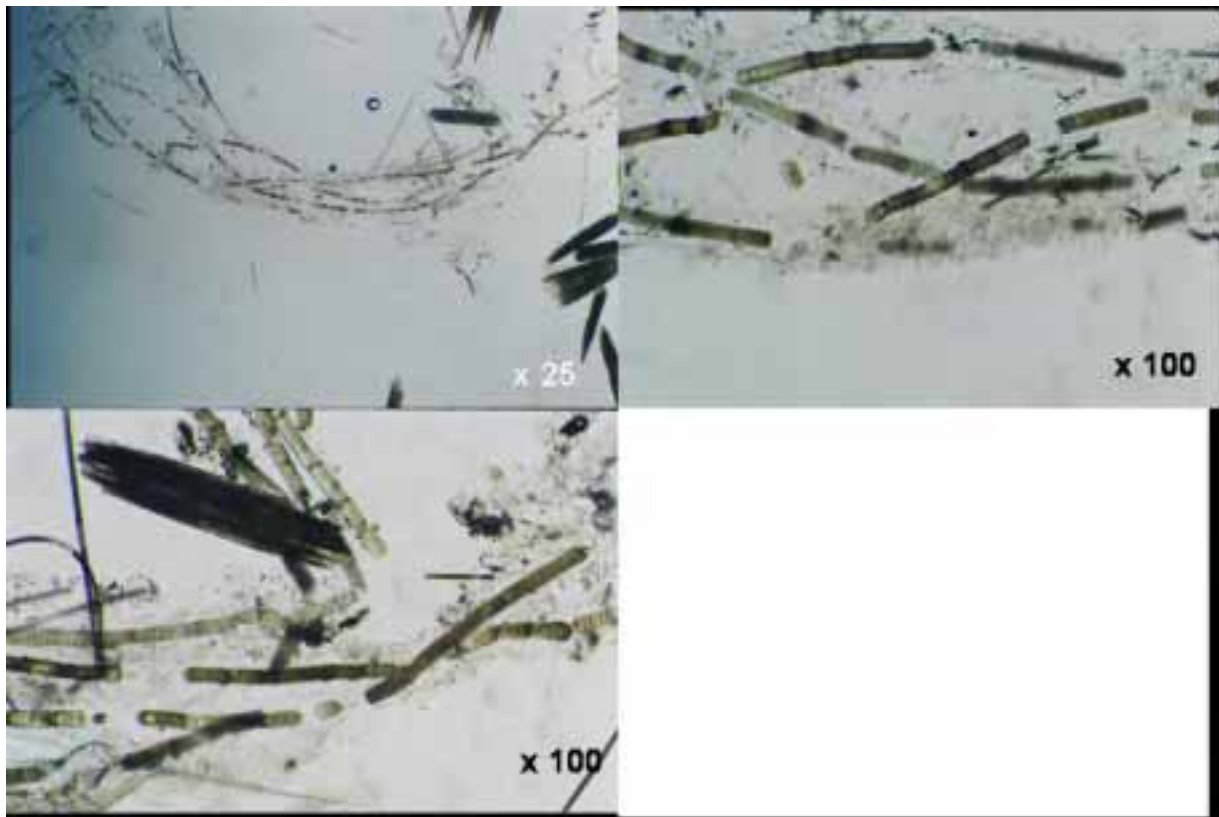


Planche 5. Lifou. *Crédit photographique C. Dupouy*

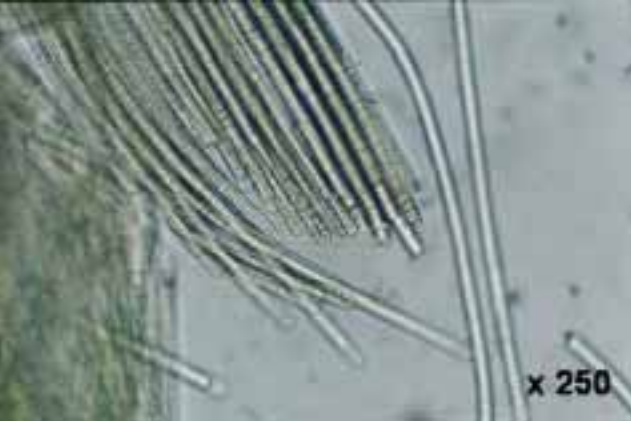


Planche 6 (voir positions Table 1). *Crédit photographique G. Dirberg*



Planche 7 (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy*

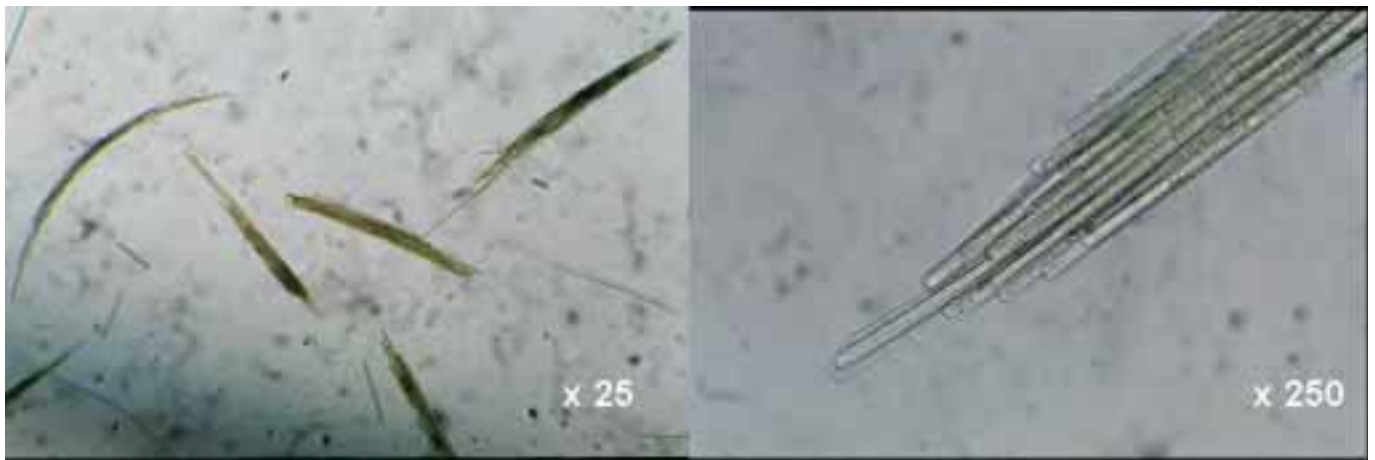


Planche 7' (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy*

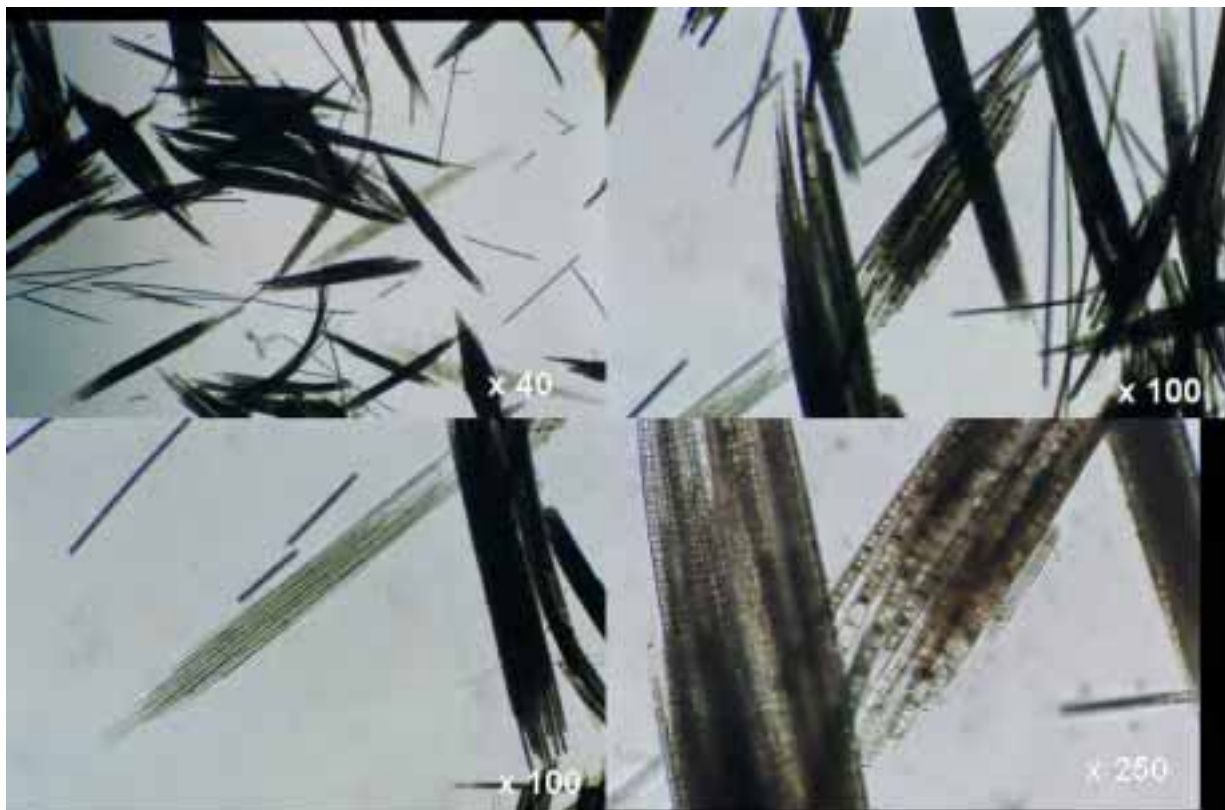


Planche 8 (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy et G. Dirberg*



Planche 9 (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy et G. Dirberg*

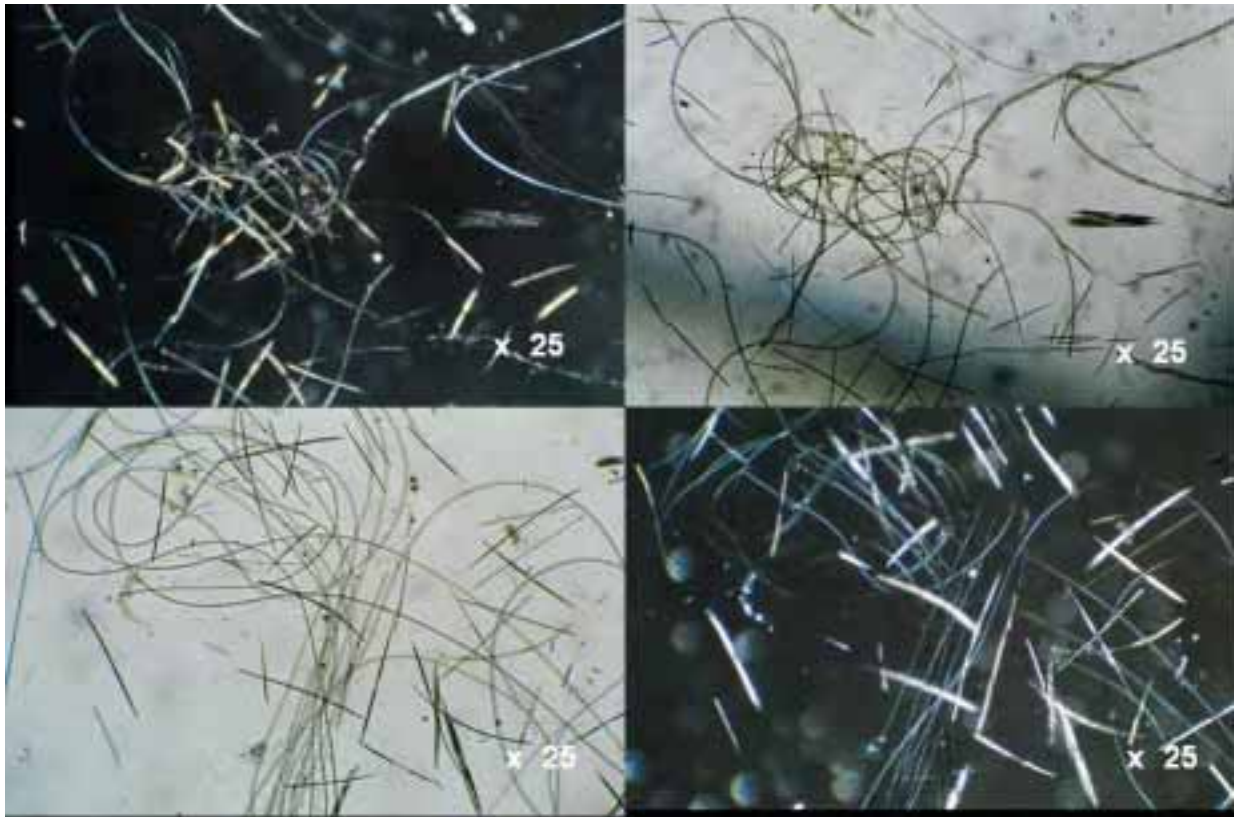


Planche 10 (voir positions Table 1). *Crédit photographique C. Dupouy*

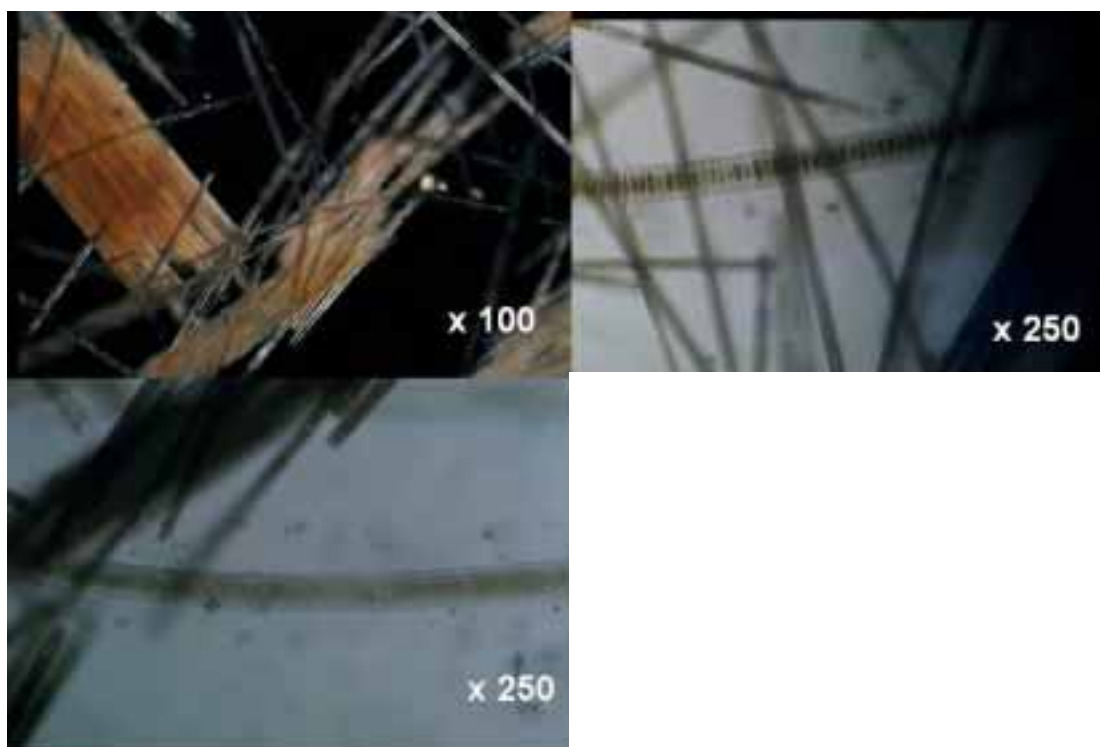


Planche 11. *Crédit photographique C. Dupouy et G. Dirberg*

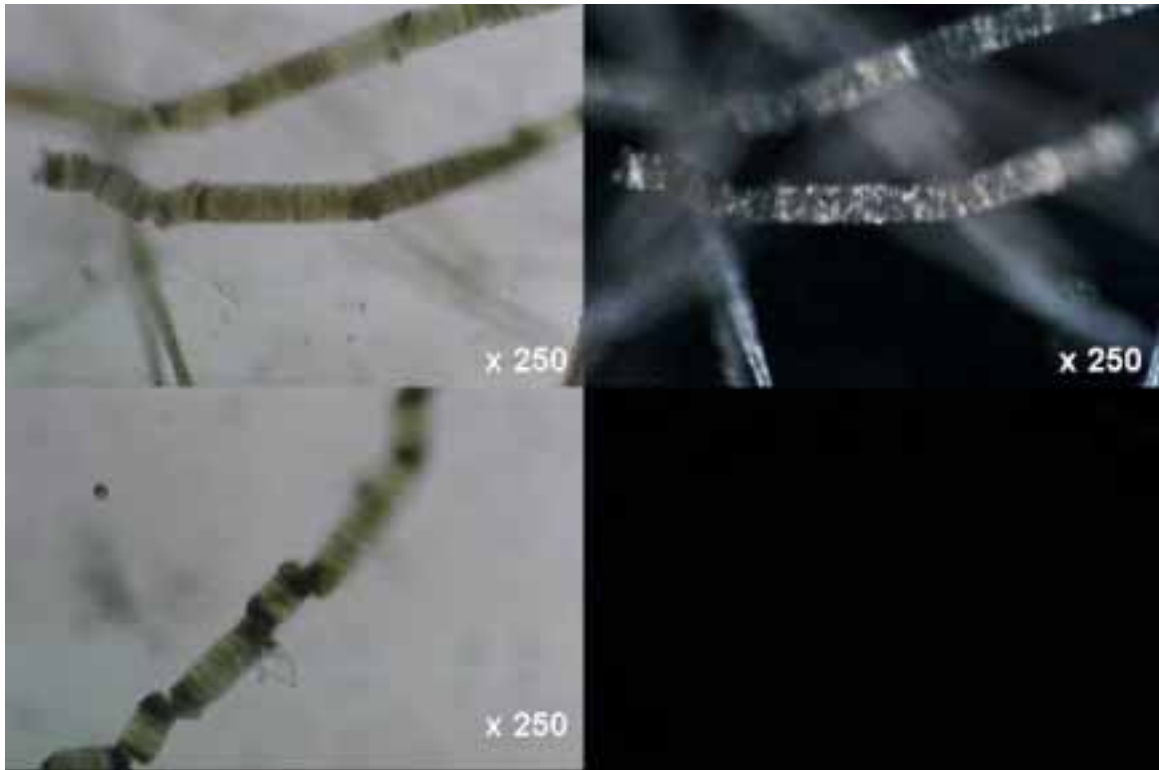


Planche 12 (voir positions Table 1). *Crédit photographique G. Dirberg*



Planche 13 (voir positions Table 1). *Crédit photographique G. Dirberg*

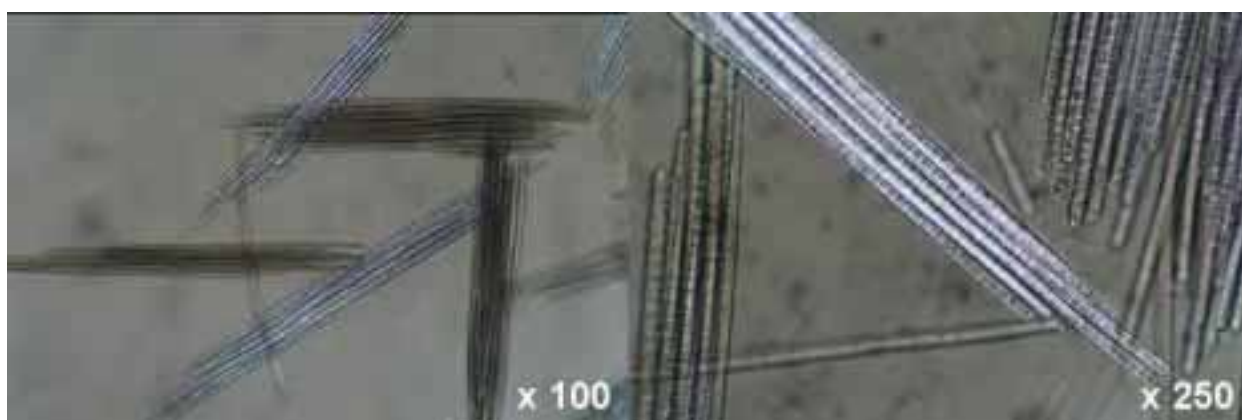


Planche 14 (voir positions Table 1). Floccs du 31 Janvier 2004. Beautemps-Beaupré. Marine Nationale. *Crédit photographique G. Dirberg*

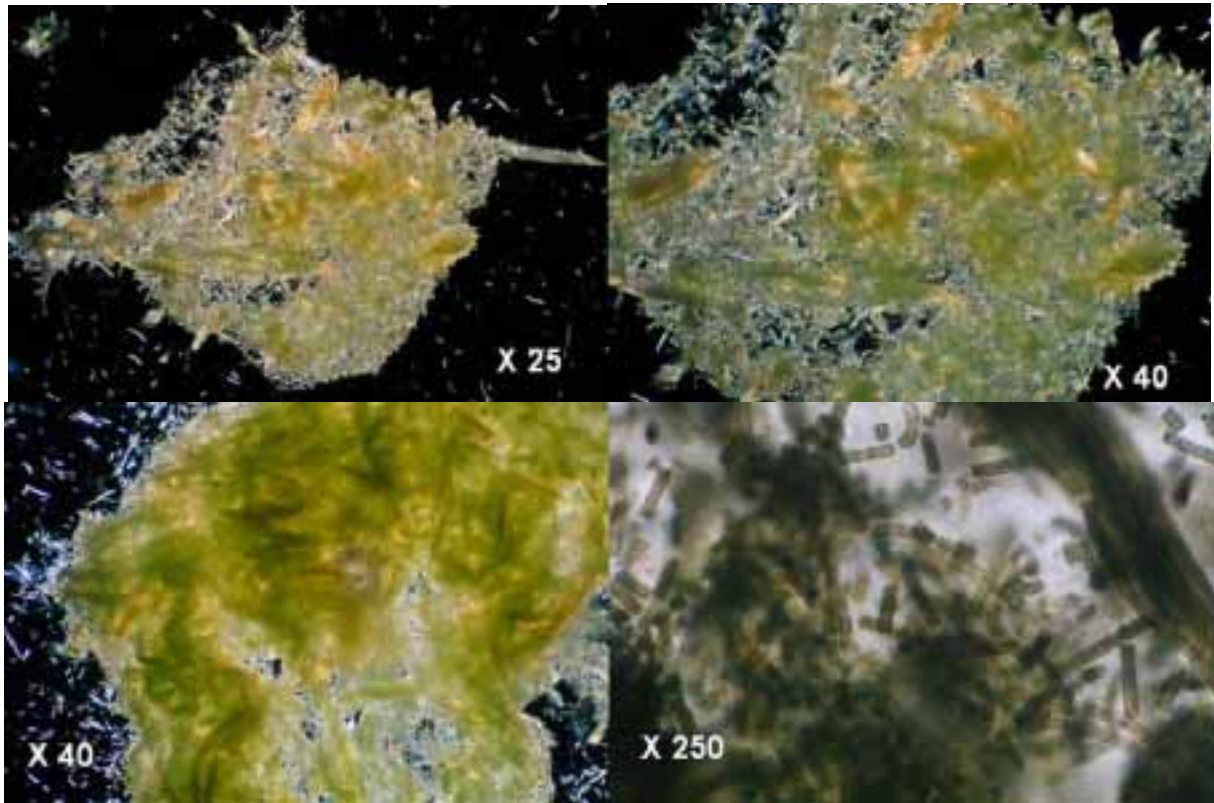


Planche 16 (voir positions Table 1). Floccs. *Crédit photographique G. Dirberg*

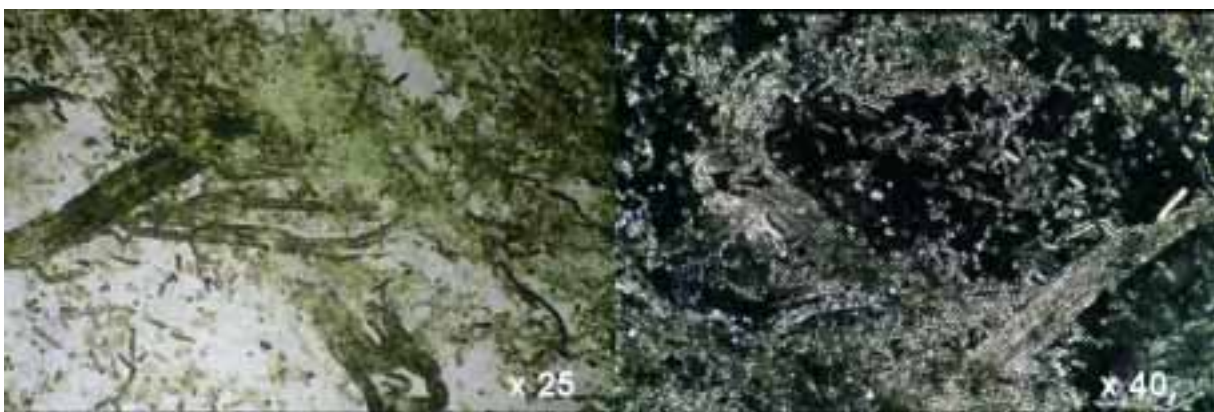


Planche 17 (voir positions Table 1). Floccs. *Crédit photographique G. Dirberg*

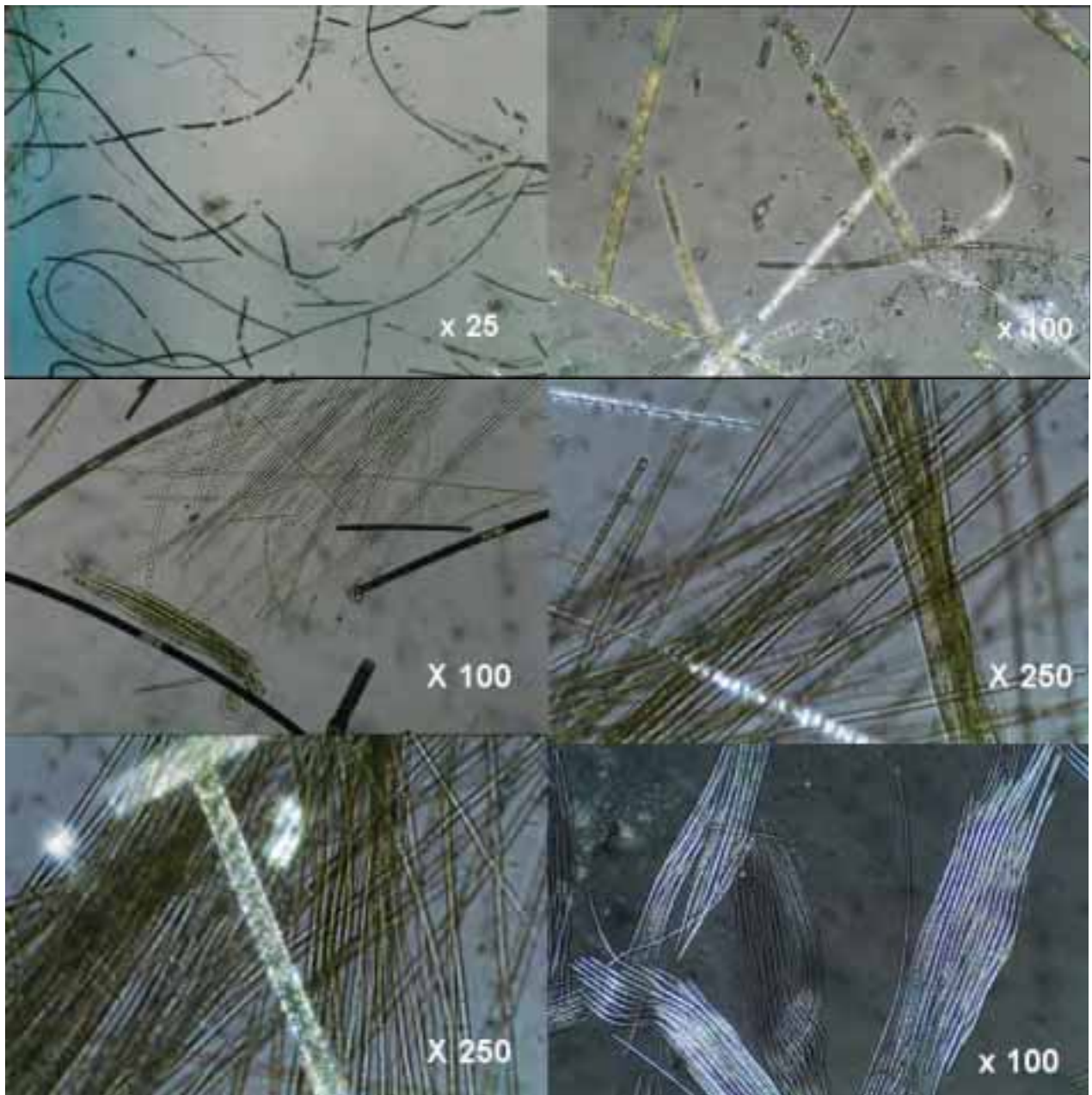


Planche 17 (suite). Formes radiales de *T. erythraeum*. *Crédit photographique G. Dirberg*

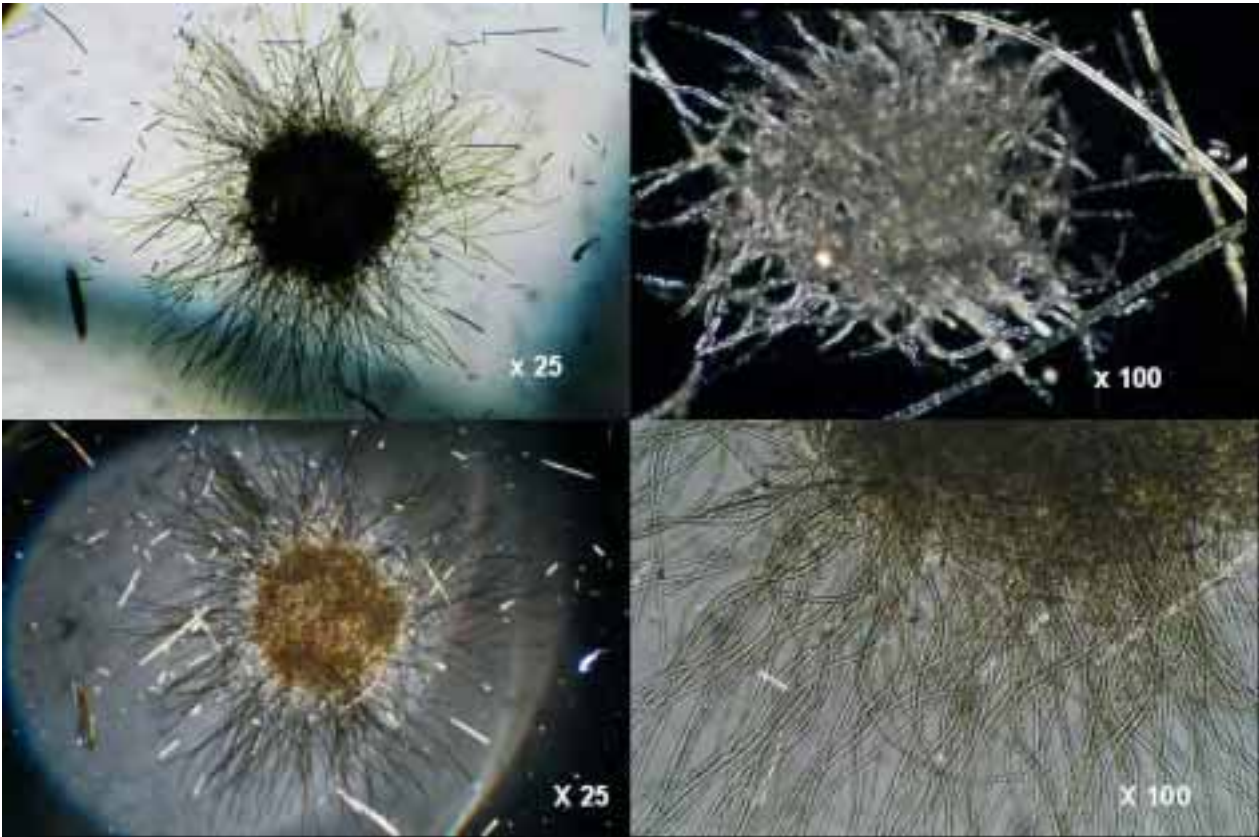
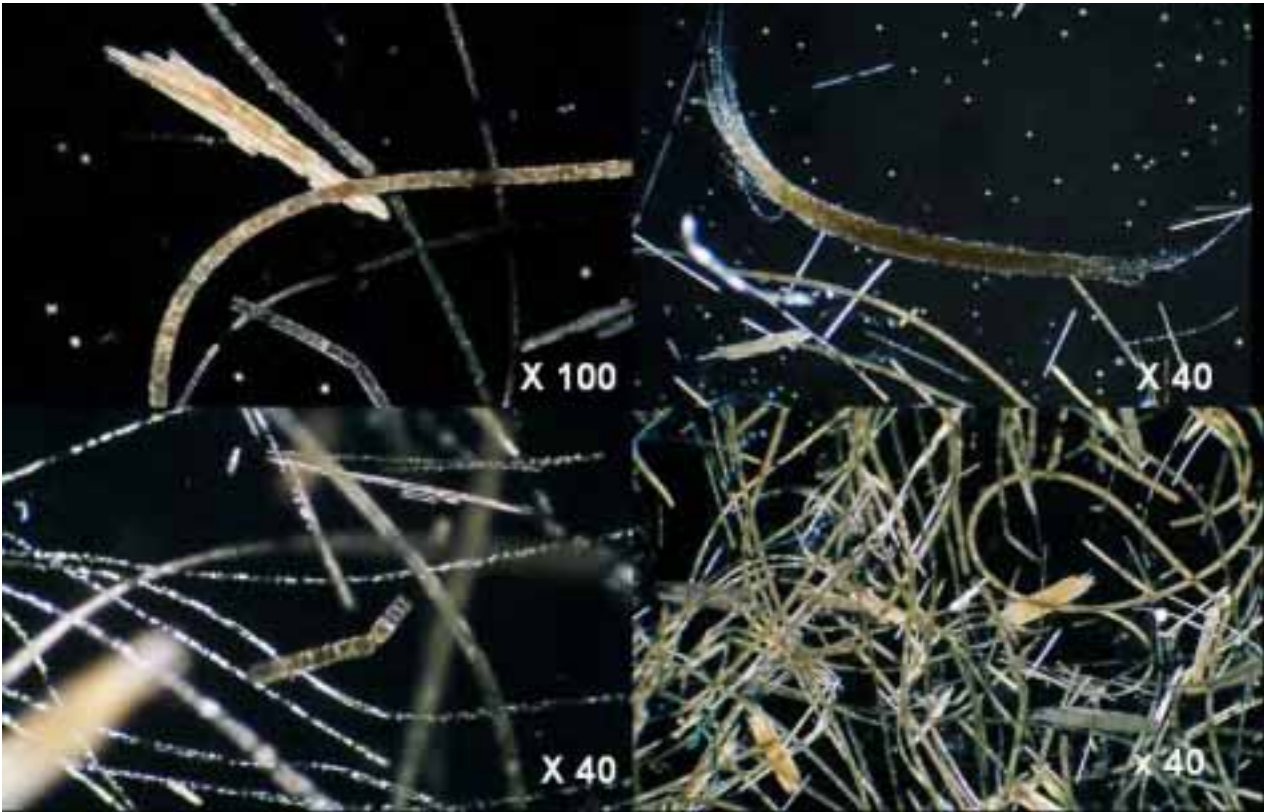


Planche 17 (suite). Floccs Vanuatu. *Crédit photographique G. Dirberg*



Photos BAN avion 1-2 (1998). *Crédit photographique BAN*



Photos BAN avions 2-3-4-5-6-7 (1999-2001). *Crédit photographique BAN*



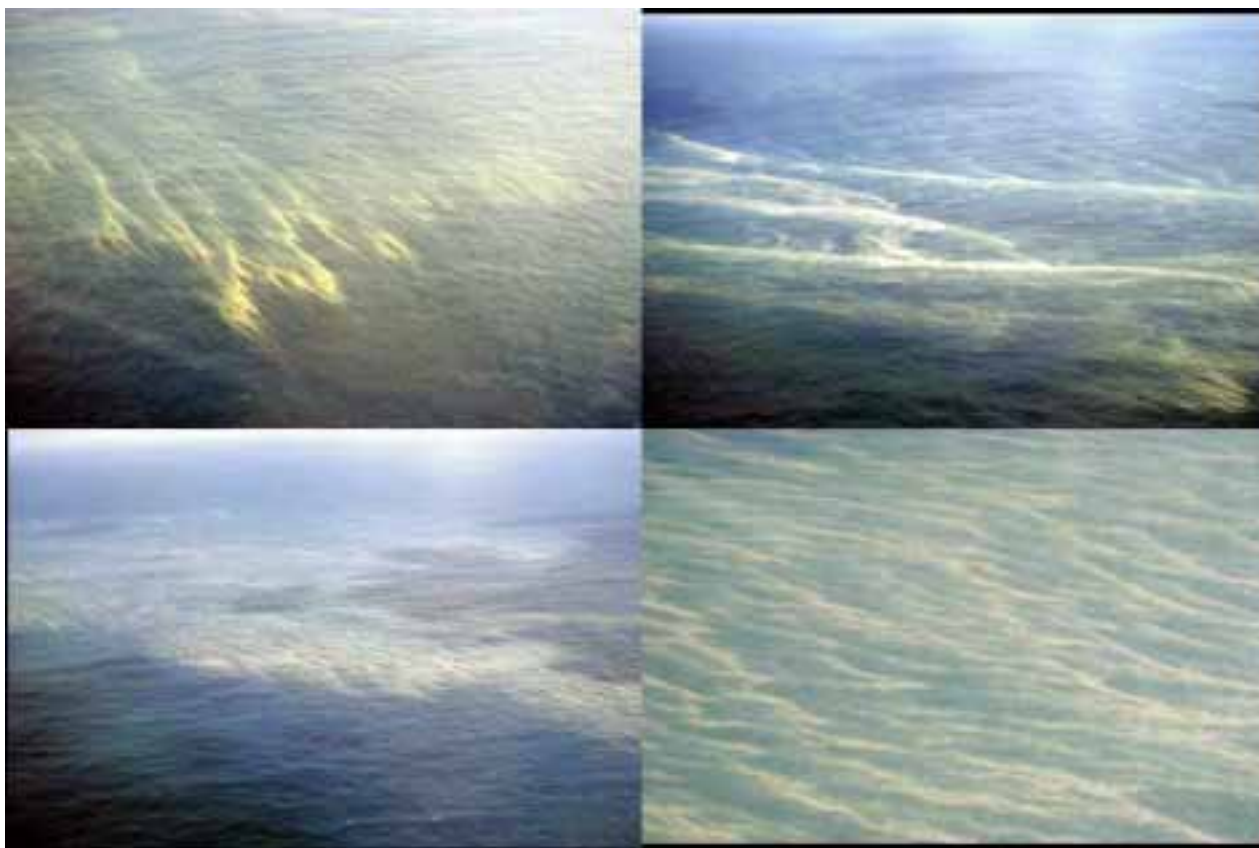
Alis1. Beautemps-Beaupré. *Alis*. Crédit photographique Jean-François Bazader



Photo du navire 14. *Jacques Cartier*, décembre 2002. *Crédit photographique BAN*



Photo avion 16. Février 2003. *Crédit photographique BAN*



| Photo du navire 17. 28 mars 2003 24°S 163°21E *La Moqueuse*. Crédit photo. BAN



Photo navire 18. 4 novembre 2003 17°39 S 167°33 E *La Moqueuse*. Crédit fotogr. BAN



Alis 2. Mission PIL Alis. Crédit photographique Hervé Le Houarno



Planche 20. *La Glorieuse*. 26 Janvier 2004. Crédit photographique G. Dirberg



| Photo avion 21'. *Crédit photographique Michel Lardy.*

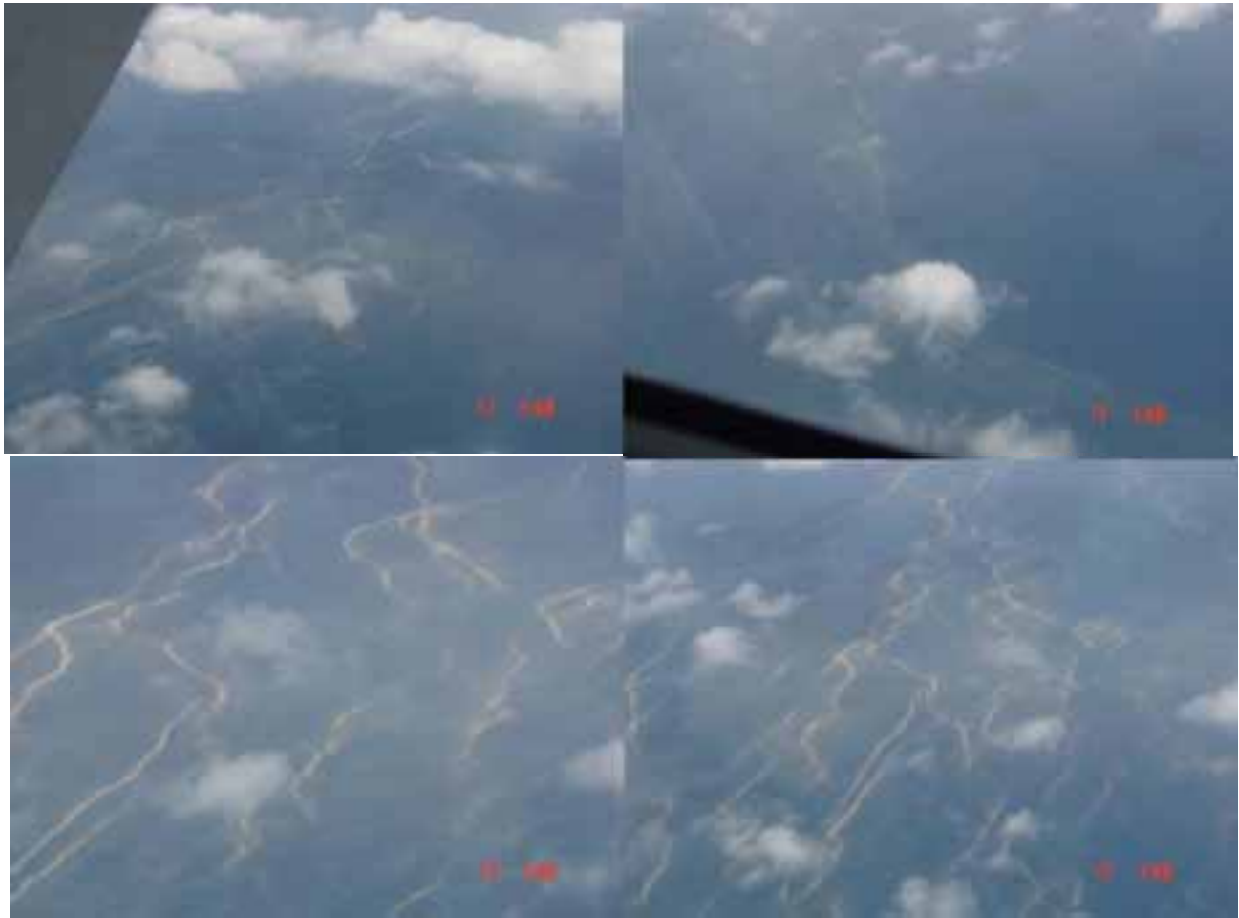


Photo avion 22. avril 2004 163°E 20°S. *Crédit photographique BAN*



Photo avion 23. *Crédit photographique Jean-Louis Laurent (Masquilignes, Vanuatu)*



Photo avion 24. *Crédit photographique BAN*



**15/11/2004 12h00 heure de Nouméa
Position 21°40' S 163°07' E
Mer 1 Vent calme Cevok Plus Néant
Axe parallèle à la côte
Observation faite à 8 500 Pieds**