

COMPOSITION ET DISTRIBUTION DES COMMUNAUTÉS ASSOCIÉES À L'HYDROTHERMALISME OCÉANIQUE AU POINT TRIPLE DES AÇORES SUR LA DORSALE MÉDIO-ATLANTIQUE

Par DANIEL DESBRUYÈRES ¹, KARINE OLU ¹, ANA COLAÇO ², THIERRY COMTET ¹,
PIERRE-MARIE SARRADIN ¹, MANUEL BISCOITO ³ et YVES FOUQUET ⁴

Avec 1 figure, 4 cartes, 3 tableaux, 2 planches et 1 appendix

ABSTRACT. During the DIVA and AMORES programmes, three hydrothermal fields located at increasing depth on the Southwestern arm of the Azores Triple Junction were studied using the deep manned submersible Nautile during five cruises. In these three vent fields (RAINBOW, LUCKY STRIKE and MENEZ GWEN), the hydrothermal habitats differ by their depth, chemistry of the fluid and of the underlying rocks. Hydrothermal communities are dominated by a new species of *Bathymodiolus* for the shallowest two sites and by swarms of *Caridea* shrimps *Rimicaris exoculata* and *Mirocaris fortunata* for the deepest one. We describe herein the composition of these communities. No major difference between previously described communities on MAR and in the ATJ area allows to confirm the existence of a distinct faunal province in this region.

RÉSUMÉ. Au cours des programmes DIVA et AMORES, trois champs hydrothermaux actifs situés sur la branche sud-ouest du point triple des Açores, ont été étudiés au cours de campagnes de plongée du submersible NAUTILE. L'environnement hydrothermal dans ces trois zones (RAINBOW, LUCKY-STRIKE et MENEZ GWEN) diffère par la profondeur, la chimie du fluide et la composition des roches sous-jacentes. Les communautés associées à l'hydrothermalisme sont dominées par les modioles appartenant à une espèce de *Bathymodiolus* en cours de description pour les champs les moins profonds et

¹ Département Environnement Profond, Centre de Brest de l'IFREMER, BP 70, 29280 Plouzané, Cédex, France. E-mail: daniel.desbruyeres@ifremer.fr

² Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Laboratório Marítimo da Guia, Estrada do Guincho, Forte N. Sr.^a da Guia, 2750-642 Cascais, Portugal.

³ Museu Municipal do Funchal (História Natural), Rua da Mouraria, 31, 9004-546 Funchal, Madeira, Portugal. E-mail: manuel.biscoito@mail.cm-funchal.pt

⁴ Département Géosciences Marines, Centre de Brest de l'IFREMER, BP 70, 29280 Plouzané, Cédex, France.

par les Caridea *Rimicaris exoculata* et *Mirocaris fortunata* pour le champ le plus profond. Aucune différence majeure entre les peuplements de ces trois champs et les autres peuplements connus sur la ride médio-atlantique ne permet de confirmer l'existence d'une province biogéographique distincte dans la région des Açores.

RESUMO. No decurso dos programas DIVA e AMORES, três campos hidrotermais activos, situados no braço sudoeste do Ponto Triplo dos Açores, foram estudados com o batíscafo NAUTILE. O ambiente hidrotermal nestas três zonas (RAINBOW, LUCKY STRIKE e MENEZ GWEN) difere pela profundidade, química dos fluidos e composição das rochas subjacentes. As comunidades associadas ao hidrotermalismo nos campos menos profundos, são dominadas por mexilhões pertencentes a uma espécie nova do género *Bathymodiolus*, cuja descrição está em curso. Nos campos mais profundos, dominam os camarões Caridea *Rimicaris exoculata* e *Mirocaris fortunata*. Nenhuma diferença maior entre os povoamentos destes três campos e os dos outros existentes na Crista Médio-Atlântica, foi encontrada, não se confirmando assim a existência de uma província biogeográfica distinta na região dos Açores.

INTRODUCTION

Alors que la découverte des sources hydrothermales sur les dorsales océaniques date de 1977 (LONSDALE, 1977) au large des Iles Galápagos, l'exploration de la dorsale médio-atlantique n'a été réalisée qu'à partir de 1985 (voir VAN DOVER (1995) pour revue). Deux champs profonds principaux TAG (26° N) et SNAKE PIT (23° N) situés par environ 3500 m de profondeur ont fait l'objet de plusieurs études d'écologie (SEGONZAC, 1992; VAN DOVER *op. cit.*) conduisant à décrire des peuplements très différents de ceux de la ride du Pacifique oriental. Ces peuplements atlantiques profonds sont dominés par les crevettes Caridea, en particulier par des essaims de *Rimicaris exoculata*. En 1992, la campagne américaine FAZAR¹ localisait incidemment un site situé par 1700 m de profondeur et 37° 18' de latitude nord (LUCKY STRIKE). Une étude préliminaire de la composition des peuplements de ce champ a été réalisée au cours de six plongées du submersible américain ALVIN²; elle conduisait (VAN DOVER, DESBRUYÈRES *et al.*, 1993) à proposer l'existence de deux provinces biogéographiques distinctes sur la ride médio-atlantique.

¹ Campagne dirigée par CHARLES LANGMUIR et composante du programme franco-américain FARA.

² Campagne LUCKY STRIKE dirigée par CHARLES LANGMUIR en mai-juin 1993.

Par la suite, les programmes de l'Union européenne MAST 2 – MARFLUX/ATJ³ et MAST 3 – AMORES⁴ ainsi que les campagnes⁵ de plongée du submersible français NAUTILE ont poursuivi et complété l'exploration de la zone du point triple des Açores en étendant ses limites bathymétriques. La campagne américaine «Lustre'96»⁶ a permis une reconnaissance presque extensive de la zone LUCKY STRIKE en utilisant le R. O. V. JASON. Quatre segments (AMAR, FAMOUS, LUCKY STRIKE et MENEZ GWEN) ont été soigneusement cartographiés à l'aide du sondeur multifaisceau EM 12 du N/O «L'Atalante» et les anomalies géochimiques ont été recherchées dans la colonne d'eau afin de localiser les zones de possible activité hydrothermale (GERMAN, RICHARDS *et al.*, *sous presse*; CHARLOU, BOUGAULT *et al.*, 1993). En moins de 2° de latitude, 3 champs hydrothermaux importants ont été localisés à des profondeurs variant entre 800 et 2400 m dans un environnement physico-chimique très variable du fait des variations de pression hydrostatique et de la chimie des roches sous-jacentes. L'étude des peuplements associés, initiée pour le champ hydrothermal LUCKY STRIKE par (VAN DOVER, DESBRUYÈRES *et al.*, 1996), fait objet du présent travail et nous a permis de tester l'hypothèse formulée par (VAN DOVER, DESBRUYÈRES *et al.*, 1993) de l'existence de deux provinces biogéographiques sur la ride médio-atlantique.

Le Professeur LUIZ SALDANHA a été l'un des instigateurs et l'un des acteurs principaux de ce programme d'étude de l'hydrothermalisme profond dans la zone du point triple jusqu'à ce que sa maladie l'éloigne du laboratoire; il a participé activement, jusqu'en 1994, aux plongées américaines et françaises sur LUCKY STRIKE en y apportant sa grande connaissance de la faune profonde atlantique; il avait activement travaillé à édifier les liens forts entre les équipes portugaises et françaises. Cette coopération efficace se poursuit à travers l'étude de cette zone située en partie dans la zone économique exclusive du Portugal, mais aussi à travers d'autres opérations dans l'Océan mondial.

³ Coordinateur HENRI BOUGAULT, IFREMER, France.

⁴ Campagne FLORES dirigée par Y. FOUQUET en juillet-août 1997, campagne MARVEL dirigée par DANIEL DESBRUYÈRES et ANNE-MARIE ALAYSE en août-septembre 1997, campagne PICO dirigée par DANIEL DESBRUYÈRES en juin-juillet 1998. Programme AMORES coordonné par DANIEL DESBRUYÈRES.

⁵ Campagne DIVA 1 dirigée par Y. FOUQUET en mai 1994 et la campagne DIVA 2 dirigée par D. DESBRUYÈRES et ANNE-MARIE ALAYSE en juin-juillet 1994.

⁶ DANIEL FORNARI et SUSAN HUMPHRIS co-dirigeaient cette campagne.

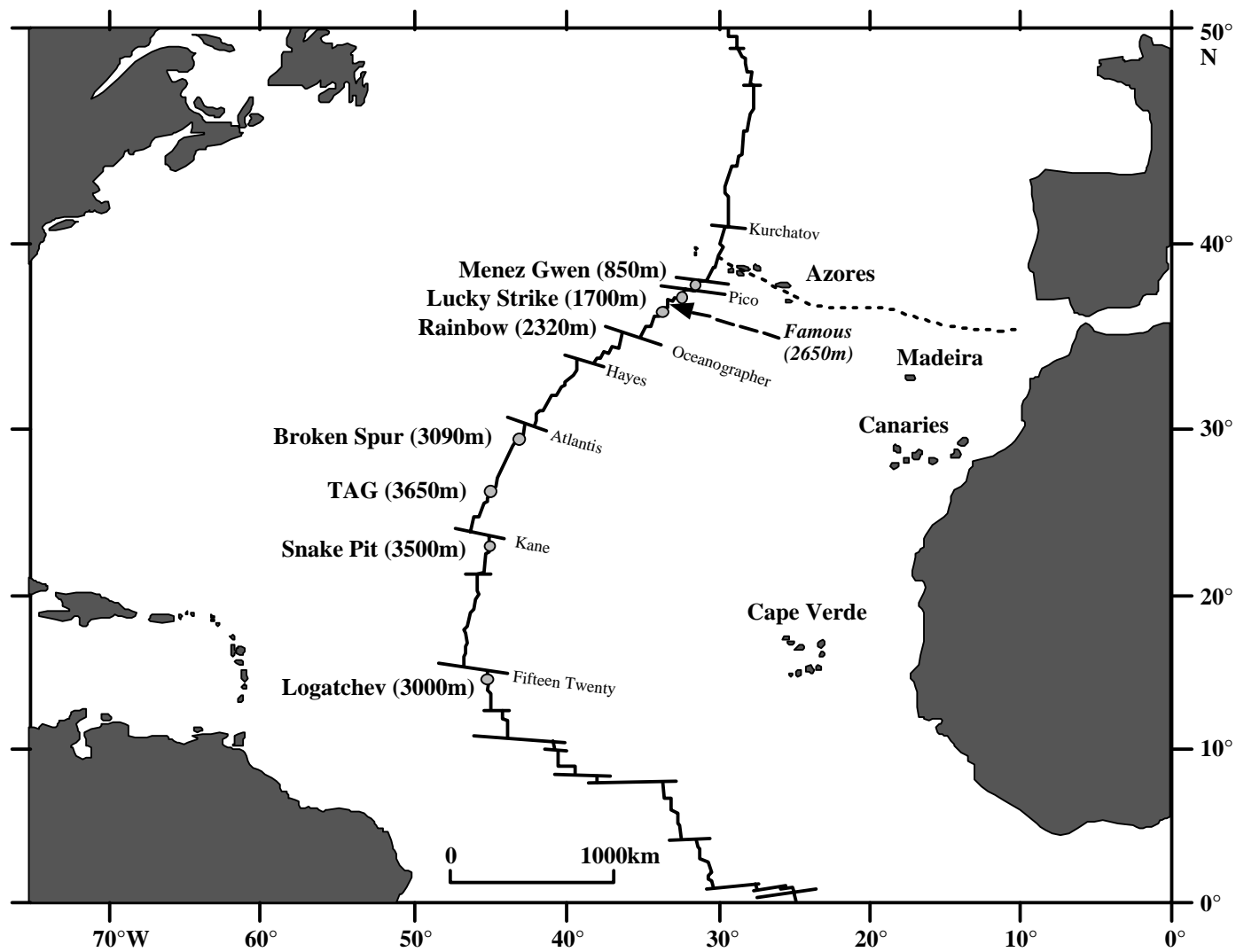
MATÉRIELS ET MÉTHODES

Notre étude se fonde sur des observations *in situ* faites à partir des submersibles, sur l'analyse des enregistrements vidéoscopiques effectués au cours des plongées ainsi que sur l'étude au laboratoire des collections d'organismes effectuées par la pince du bras télémanipulé du submersible. Les organismes triés au centre de tri d'océanographie biologique de l'IFREMER ont été distribués dans un réseau international de taxinomistes. A l'échelle des champs hydrothermaux, la localisation des sites actifs est effectuée par une navigation acoustique «base longue» et par l'utilisation pour le navire de surface d'un positionnement GPS différentiel. Des marqueurs passifs sont disposés sur le fond par le submersible afin de permettre, lors des plongées submersibles, une bonne fiabilité du retour sur zone, plongée après plongée. Les trajets des submersibles et les sites ont été placés sur les cartes bathymétriques EM 12 en utilisant le logiciel de Système d'Information Géographique ArcView[®].

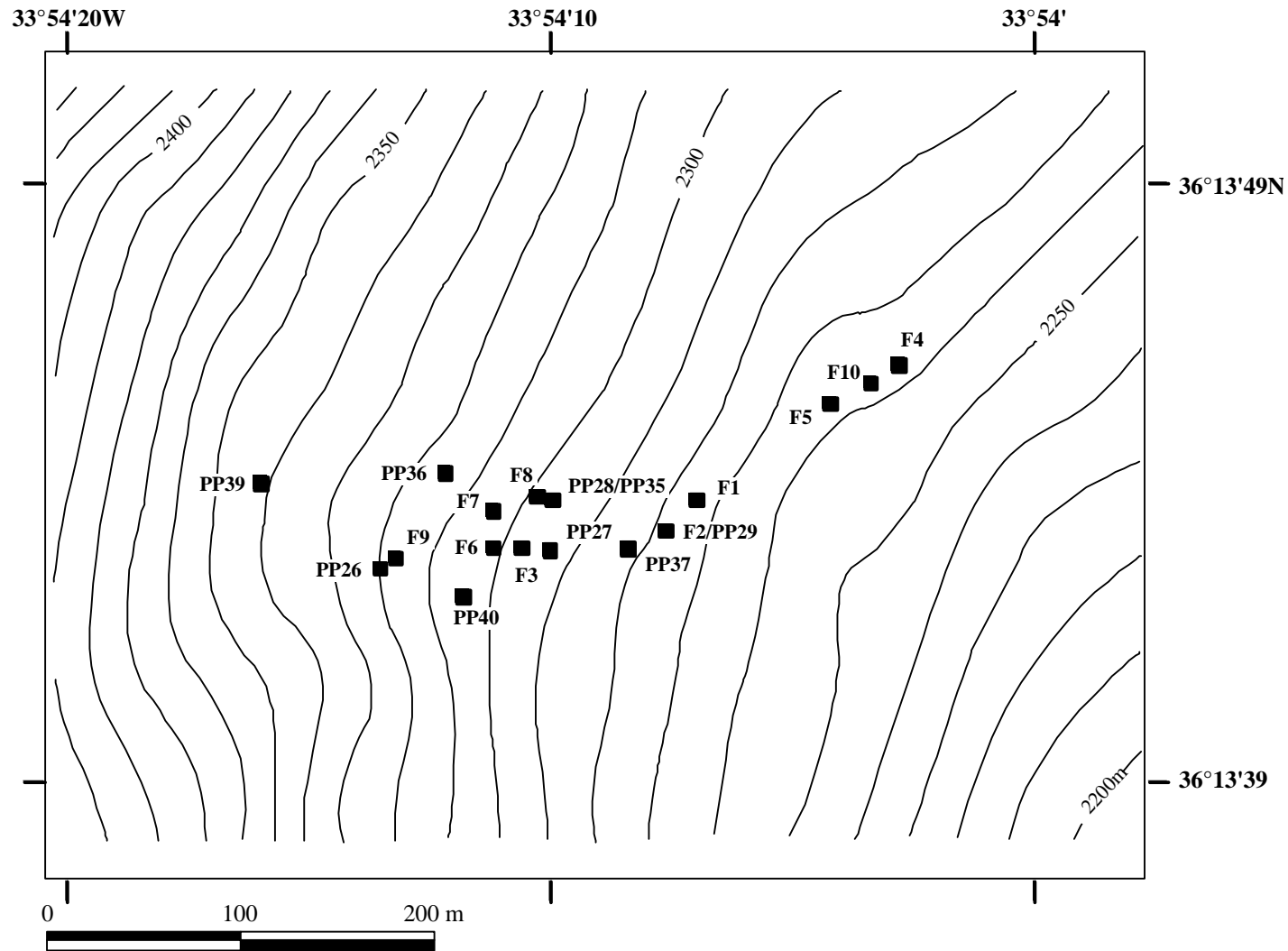
Au niveau des sites actifs, des reconstitutions photo-mosaïque ont été réalisées à l'aide du logiciel Erdas Imagine[®] et certains sites cartographiés en 3D en utilisant des techniques de triangulation fondées sur la reconnaissance d'amers et des estimations de surface rapportées à la taille d'objets connus. Des mesures ponctuelles de température ont été effectuées par la sonde manipulée par le submersible, et des séries temporelles de température ont été recueillies dans les différentes populations d'organismes par des enregistreurs HOBO et MICREL (FORNARI, VAN DOVER *et al.*, 1994). Les prélèvements d'eau autour des organismes ont été effectués à l'aide de multipréleveur. Ce dispositif est constitué de 4 bouteilles de 200 ml en titane. Ces bouteilles sont purgées à l'hélium puis mises sous vide avant utilisation. Le remplissage est ensuite basé sur la différence de pression intérieure / extérieure. Ce multipréleveur est manipulé par le submersible. Les canules de prélèvement sont couplées à une sonde de température autonome Micrel permettant de connaître la température du prélèvement. Les analyses sont effectuées à bord, par potentiométrie pour le pH (électrode pour milieu riche en H₂S), par colorimétrie pour ΣS (ΣS = H₂S + HS⁻ + S²⁻) par la méthode de FONSÉLIUS (1983). Le méthane est dosé par chromatographie gazeuse.

Présentation de la zone d'étude

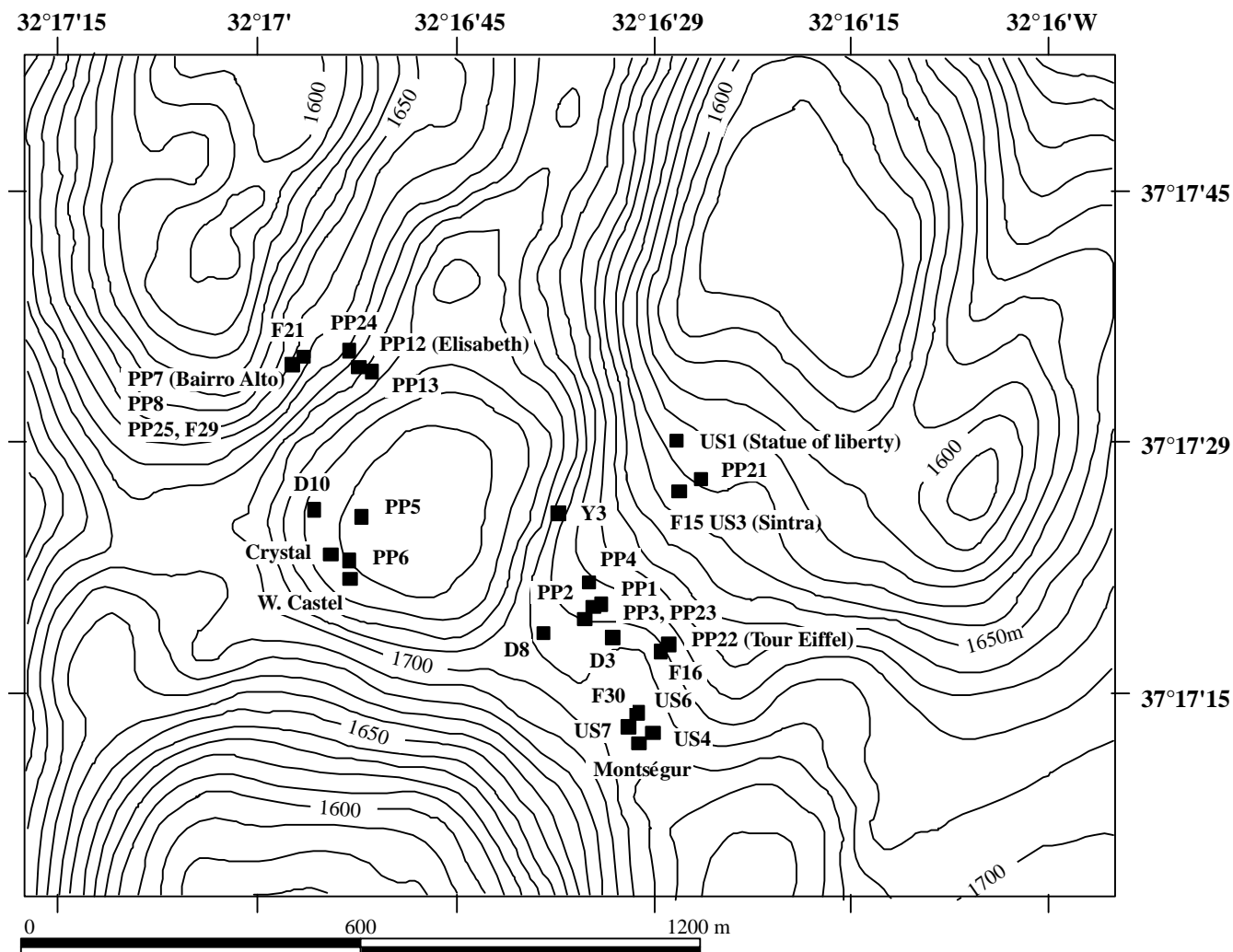
Dans la région des Açores, trois plaques océaniques s'affrontent (plaques européenne, nord-américaine et africaine). De plus, un panache mantellique de roches très chaudes est présent sous la zone du point chaud des Açores provoquant la remontée de la ride (2800 m sur le segment AMAR, 800 m sur le segment MENEZ GWEN). Les taux d'accrétions varient entre 1,5 mm/an pour la branche sud-est du point triple, 12 mm/an pour la branche nord et 22 mm sur le bras sud-ouest. Du sud vers le nord, nous avons visité trois zones (Carte 1) de caractéristiques distinctes:



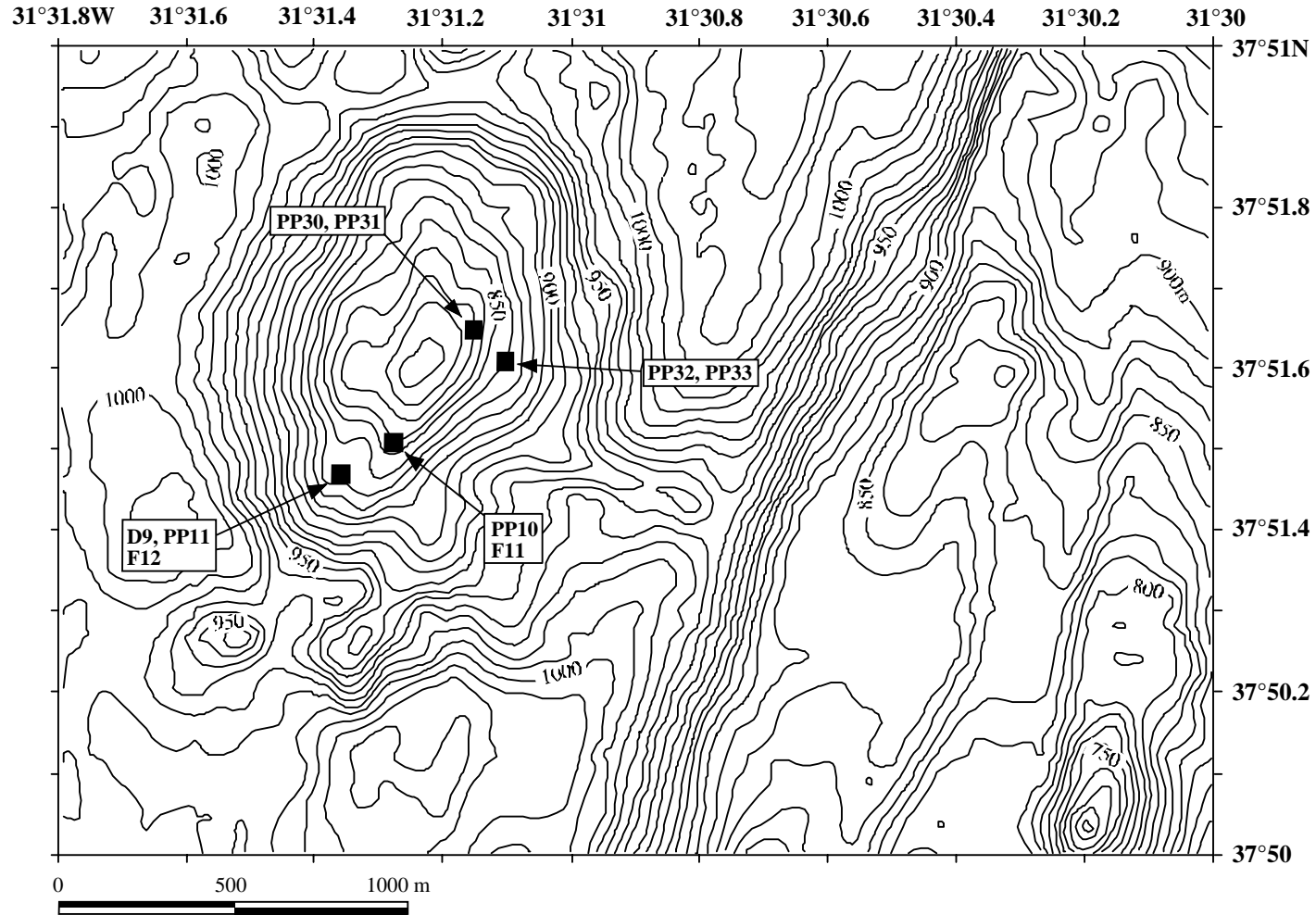
Carte 1 - Champs hydrothermaux de la dorsale médio-atlantique situés entre l'équateur et 50° N. (Carte établie d'après un document de D. NEEDHAM (1997)).



Carte 2 - Lever bathymétrique EM 12 réalisé au cours de la campagne FLORES (JUILLET, 1997) et localisation des sites hydrothermaux dans le champ Rainbow. La dénomination des sites fait référence au numéros des marqueurs placés (F: campagne FLORES; PP: campagnes MARVEL et PICO).



Carte 3 - Lever bathymétrique EM 12 réalisé au cours de la campagne FLORES (JUILLET, 1997) et localisation des sites hydrothermaux dans le champ LUCKY STRIKE. Les lettres précédant le numéro des marqueurs font références aux campagnes (US: campagnes LUCKY STRIKE et LUSTRE; D: campagne DIVA 1; F: campagne FLORES; PP: campagnes DIVA 2, MARVEL et PICO).



Carte 4 - Lever bathymétrique EM 12 réalisé au cours de la campagne FLORES (JUILLET, 1997) et localisation des sites hydrothermaux dans le champ MENEZ GWEN. Les lettres précédant le numéro des marqueurs font références aux campagnes (D: campagne DIVA 1; F: campagne FLORES; PP: campagnes DIVA 2, MARVEL et PICO).

Le champ hydrothermal RAINBOW (36° 13, 80' N) situé sur le segment nord-AMAR est la plus profonde (2270 et 2320 m) des zones actives étudiées (Carte 2). Le champ hydrothermal couvre une surface de 250 m x 60 m (FOUQUET, 1997). Il est situé à l'intersection de la ride et d'une faille non-transformante; des roches ultrabasiques y affleurent et seule une veine de basalte située à un kilomètre à l'est du champ hydrothermal a pu être localisée (FOUQUET, CHARLOU *et al.*, 1997). Ce contexte ultrabasique et les processus de séparation de phase conduisent à un enrichissement des dépôts en cuivre et en zinc ainsi qu'à des fluides chauds (360° C) de forte chlorinité (> 750 mmol/kg), de faible pH (< 3), très enrichis en gaz (par exemple, CH₄ jusqu'à 2,2 mmol/kg selon DONVAL, CHARLOU *et al.* (1997) mais relativement pauvres en H₂S (< 2,5 mmol/kg selon DOUVILLE, CHARLOU *et al.* (1997)). Le mélange de ce fluide surchauffé avec l'eau de mer environnante dont la température est de 3,76° C provoque une intense précipitation minérale.

Dans le segment LUCKY STRIKE (37° N à 37° 35' N), la vallée axiale est large (~15 km) et profonde (~950 m). Au centre de cette vallée, se trouve un volcan composite qui forme un haut topographique d'environ 430 m d'altitude et de 13 km de long sur 7 km de large. Ce volcan est divisé en deux parties par une vallée axiale orientée N-S; la partie occidentale est composée de trois cônes volcaniques entourant un lac de lave d'environ 300 m de diamètre et présentant des laves très fraîches (Carte 3). Le champ hydrothermal LUCKY STRIKE, qui encercle ce lac, est l'un des champs hydrothermaux les plus étendus, connus actuellement dans l'océan moderne. Ses caractéristiques principales sont une profondeur relativement faible (~1700 m) et le contrôle du système hydrothermal par ce lac de lave (FOUQUET, ONDRÉAS *et al.*, 1995; FOUQUET, CHARLOU *et al.*, *soumis*). Les fluides hydrothermaux dont la température est comprise entre 170° C et 324° C ont de faibles teneurs en H₂S (< 3 mmol/kg), en métaux ainsi qu'une forte concentration en baryum et en gaz (CH₄ jusqu'à 0,85 mmol/kg selon CHARLOU, DONVAL *et al.*, (*soumis*)). La chlorinité du fluide est voisine de celle de l'eau de mer (500-520 mmol/kg). Les caractéristiques des fluides (température, chlorinité et teneur en gaz) sont variables selon les sites (CHARLOU, DONVAL *et al.*, *soumis*). La température mesurée à l'extérieur des zones actives est de 4,55° C.

Le champ MENEZ GWEN, découvert pendant la campagne DIVA 1, se trouve sur le segment volcanique compris entre 37° 35' N et 38° N, juste au nord du segment LUCKY STRIKE (Carte 4). Le système principal est composé d'un volcan circulaire de 700 m d'altitude et de 17 km de diamètre (FOUQUET, CHARLOU *et al.*, *soumis*). Un graben axial de 2 km de largeur coupe en deux son sommet. Le fond de ce graben est couvert de laves lobées relativement récentes, alors que les murs sont constitués de laves prismatiques surmontées par une couche d'*ejecta* volcaniques. Le champ hydrothermal MENEZ GWEN est situé sur les pentes d'un petit volcan qui se développe sur le plancher dans la partie nord de ce graben.

Composition faunistique

Dans cette zone du point triple, la faune liée à l'hydrothermalisme actif est dominé par des moulières abondantes du Mytilidae *Bathymodiolus* n. sp.⁷ ainsi que par des populations de trois espèces de crevettes Caridea (*Rimicaris exoculata*, *Mirocaris fortunata* et *Chorocaris chacei*). Un polychète Polynoidae est presque toujours observé vivant en commensal dans la cavité palléale des modioles; morphologiquement, il est indiscernable de *Branchipolynoe seepensis*. Cependant, une étude récente par CHEVALDONNÉ, JOLLIVET *et al.*, (1998), basée sur l'étude de séquences de l'ADN, remet en cause l'appartenance des échantillons des sources hydrothermales atlantiques à cette espèce décrite des zones d'émission de fluides froids de Floride. Le crabe Bythograeidae *Segonzacia mesatlantica* représente le nécrophage – carnivore le plus fréquent dans les moulières. La composition faunistique établie à ce jour à partir des échantillons récoltés au cours des campagnes françaises dans cette région est donnée dans l'Appendix 1.

Au fur et à mesure des progrès de l'étude des sites, le nombre d'espèces répertoriées et/ou décrites s'accroît: 32 espèces signalées seulement pour le champ RAINBOW récemment découvert, contre 66 espèces pour LUCKY STRIKE et 35 espèces pour MENEZ GWEN. Ces chiffres prennent plus de signification lorsqu'on les compare au nombre d'espèces présentes sur des sites hydrothermaux mieux connus comme celui des Galápagos (70 espèces) ou de 13° N sur la ride du Pacifique oriental (89 espèces). Le taux d'endémisme⁸ spécifique est faible comparé à celui du Pacifique oriental (48 à 72% contre 90 à 95%) et augmente avec la profondeur. Dans les champs les moins profonds, les espèces bathyales carnivores viennent, se nourrir des organismes hydrothermaux comme nous l'avons observé à MENEZ GWEN pour le crabe Geryonidae *Chaceon affinis* (BISCOITO et SALDANHA, 2000) et à LUCKY STRIKE pour les poissons *Cataetix laticeps* et *Hydrolagus affinis* (SALDANHA et BISCOITO, 1997; MARQUES et PORTEIRO, 1998).

Distribution de la faune sur chaque champ hydrothermal

MENEZ GWEN

Plusieurs sites ont été localisés au sud-ouest et à l'est sur les pentes du volcan (Carte 4) à des profondeurs comprises entre 865 et 840 m. Le fluide chaud émis par les cheminées est translucide et sa température maximale est de 300° C. Un flux diffus

⁷ Espèce dont la description est actuellement sous-presse. Cette espèce est commune aux trois sites explorés.

⁸ Du milieu hydrothermal.

est observé à la base des cheminées. De nombreux dépôts de baryte, d'anhydrite et de silice sont observés dans les champs actifs (FOUQUET, CHARLOU *et al.*, *soumis*). Le fluide a une chlorinité plus faible (360-380 mmol/kg) qu'à LUCKY STRIKE et une concentration faible de H₂S (1,8 mmol/kg). Par rapport à tous les autres sites de la ride médio-atlantique, ce fluide est enrichi dans tous les autres gaz (CH₄ jusqu'à 2,2 mmol/kg) et appauvri en métaux ce qui est une conséquence de la faible pression hydrostatique (CHARLOU, DONVAL *et al.*, *soumis*). La température de l'eau de mer, mesurée à l'extérieur des zones actives est de 8,80° C.

Les deux sites localisés au sud-sud-ouest du volcan à 850 m de profondeur environ sont situés sur une pente où les *ripple marks* sont abondants dus à des courants dont la vitesse peut atteindre 0,5 à 1 m.s⁻¹. Sur le site PP 10 / FI 11 les précipités hydrothermaux (barytine, silice, anhydrite) couvrent une aire dont le diamètre est d'environ 50 m. Des cheminées d'anhydrite de un à deux mètres de hauteur sont présentes au sommet de ce mont hydrothermal peu élevé. La température mesurée est de 269° C dans un des fumeurs et de 12° C à sa base. Quelques petits groupes de modioles (*Bathymodiolus* n. sp.) sont présents, constitués de quelques dizaines d'individus dont les tailles maximales sont comprises entre 1 et 6 cm: ils couvrent des surfaces d'environ 500 cm². Quelques crabes Geryonidae (*Chaceon affinis*) sont présents à proximité.

Un troisième site, plus important, (marqueurs D 9, PP 11, F 12) est présent sur un épaulement de la pente (site MENEZ GWEN *sensu stricto*) entre 860 m et 842 m de profondeur. Il est bordé dans sa partie supérieure par un champ de laves en coussin et latéralement par des éboulements. La périphérie du site est occupée par une ceinture peu dense d'hydrides. De nombreux poissons bathyaux sont présents alentour du site (*Chaunax* sp., *Trachyscorpia cristulata echinata*, *Neocyttus helgae*, *Epigonus telescopus*, *Beryx splendens* (SALDANHA et BISCOITO, 1997)). Le centre de ce site est occupé par des dépôts d'anhydrite et de barytine d'où diffuse un fluide réfringent dont la température varie entre 10 et 40° C (Planche I, photo 3). Un fumeur situé sur l'épaulement nord-ouest émet un fluide dont la température est de 277° C. A la limite entre les laves et les dépôts d'anhydrite se trouvent des colonies très importantes de *Bathymodiolus* n. sp. dont la taille maximale de coquille (des échantillons prélevés) est de 111 mm (Planche I, photo 2). Ces modioles sont dépourvues de Polynoidae commensal. Sur les coquilles, de nombreux gastéropodes patelliformes sont présents, en particulier *Protolira valvatoides* et une nouvelle espèce du genre *Lepetodrilus*. Quelques petites populations de modioles (quelques centaines d'individus) sont présentes sur des éboulis basaltiques. Elles sont constituées principalement de grands individus (l > 40 mm) mais les deux cohortes les plus jeunes (modes 4 mm et 18 mm) sont cependant présentes et représentent environ 20% de la population (COMTET et DESBRUYÈRES, 1998). Les densités estimées pour les modioles sont de 200 à 700 individus. m⁻². Certaines de ces populations sont couvertes par des mattes bactériennes

très importantes. La température enregistrée pendant plusieurs heures dans ces peuplements pendant la campagne DIVA 2 est en général comprise entre 10 et 26° C, le pH varie entre 6,4 et 6,9 et les concentrations en hydrogène sulfuré entre < 0,5 et 1,2 $\mu\text{mol.kg}^{-1}$. Sur ce site, un autre enregistrement de température indique des températures plus élevées dans une population de Mytilidae recouvertes de bactéries filamenteuses avec une moyenne sur 4 jours de 41,2° C; cependant, la position exacte de l'extrémité de cette sonde n'a pu être déterminée avec certitude. Des mesures effectuées lors de la campagne MARVEL montrent que les températures enregistrées au niveau des modioles sont moins élevées que ne le laissent croire les mesures précédentes (Tableau 1), avec un maximum de 12,6 °C et des variations d'assez faible amplitude (Tableau 2). Ces différences proviennent de la difficulté de positionnement de la sonde dans un gradient de température très marqué où les populations de modioles jouxtent un fluide de température plus élevée (38,8° C de moyenne, Tableau 3). Sur les dépôts actifs (parois de cheminées) et entre les modioles se trouvent des populations importantes de *Chorocaris chacei*. Le Bythograeidae *Segonzacia mesatlantica* est le prédateur – nécrophage indigène le plus important tandis que plusieurs *Chaceon affinis* viennent se nourrir de modioles sur le site.

TABLEAU 1 - Caractéristiques physico-chimiques du microenvironnement des modioles et crevettes sur les 3 sites de l'ATJ.

		Menez Gwen	Lucky Strike	Rainbow
modioles	T° C *	8.8-12.6	5.3-15	4.4-5.5
	pH	6.4-6.9	6.3-7.6	7.4
	H ₂ S $\mu\text{mol kg}^{-1}$	0.5-1.2	< LD°-37	0.7-10.7
	CH ₄ $\mu\text{mol kg}^{-1}$	non analysé	< LD-0.5	< LD-0.3
crevettes	T° C *		7.5-34	8-27
	pH		6.1-7.3	6.0-7.0
	H ₂ S $\mu\text{mol kg}^{-1}$		1-54	0.4-22
	CH ₄ $\mu\text{mol kg}^{-1}$		0.2-2.5	5-60

* mesures ponctuelles
° < LD: < limite de détection

Les deux sites localisés par 842 m et 866 m sur le flanc oriental (PP 32 et 33 et PP 30 et 31) ont des caractéristiques faunistiques voisines de celles des sites décrits ci-dessus, le site le plus profond (PP 32 et 33) étant le plus étendu. Des bulles de gaz sont émises sur toute la surface active. La température mesurée dans un des fumeurs est de 300° C. Les populations de modioles sont très importantes et couvrent pratiquement toutes les surfaces rocheuses disponibles. Contrairement aux sites

précédemment étudiés les tailles des individus de cette population sont très hétérogènes et les petits individus sont très fréquents ; ces modioles abritent le ver commensal *Branchipolynoe* aff. *seepensis*, mais les taux d'infestation sont bas (~10%). De nombreux gastéropodes sont présents sur les modioles. Les dépôts hydrothermaux (anhydrite) sont couverts de flocculats bactériens fragiles, remis en suspension par les propulseurs du sous-marin. La population de geryons est importante à la périphérie et dans le site (plusieurs dizaines d'individus). Un spécimen appartenant au genre *Gaidropsarus* (Pisces: Gadidae) a été observé dans les failles entre les modioles.

TABLEAU 2 - Enregistrements de température dans des colonies de modioles de différentes tailles et dans un «diffuseur» (fracture) situé à quelques centimètres des modioles. L'observation des écart-types montre une stabilité relative des mesures dans le temps. Légendes des illustrations.

	Position de la sonde	Durée d'enregistrement	Température °C
Menez Gwen	colonie de modioles	48 h	9.79 ± 0.47
Menez Gwen	colonie de modioles	12 h	9.63 ± 0.39
Lucky Strike (Tour Eiffel)	moules de grande taille	6 jours	11.35 ± 2.56
Lucky Strike (Bairro Alto)	moules de petite taille	5 jours	6.61 ± 0.85
Lucky Strike (Bairro Alto)	moules de petite taille	5 jours	5.15 ± 0.72
Lucky Strike (Bairro Alto)	diffuseur (crevettes)	5 jours	38.8 ± 3.8
Lucky Strike (Bairro Alto)	moules de grande taille	6 jours	8.22 ± 1.7

LUCKY STRIKE

Les sites hydrothermaux sont répartis (Carte 3) tout autour du lac de lave, plus particulièrement dans les zones sud-est et nord-ouest. Ils sont composés à la fois d'édifices actifs bien définis comme EIFFEL TOWER, Y3 ou ELISABETH d'où est émis un fluide de température élevée, mais aussi de zones où l'hydrothermalisme est plus diffus. La décharge hydrothermale (Fig. 1) s'effectue par des édifices de haute température riches en cuivre (fumeurs noirs) dont les conduits sont ouverts et dont les fluides ont des températures voisines de 325° C, par des cheminées riches en baryum et en zinc dont la température d'émission est inférieure à 250° C mais aussi sous des surplombs (*flanges*) à des températures de 200° C et à travers les failles des plaques (*slabs*) de sulfures massifs à des températures inférieures à 100° C (FOUQUET, CHARLOU *et al.*, *soumis*). Un tableau de synonymie entre les noms attribués par les missions françaises et américaines donnant la répartition des marqueurs passifs sur les sites (Tableau 3) est proposé.

TABLEAU 3 - Nomenclature des différents sites dans le champ LUCKY STRIKE et des marqueurs associés.

Nom site	Marqueurs PP	Marqueurs Diva	Marqueurs Florès	Marqueurs US
Statue of Liberty				US1
Sintra	PP21		F15	US3
L'aiguille / M. Soares	PP4		F24	
Petit chimiste	PP1			
Près de Fantôme	PP3 - PP23			
	PP2			
Tour Eiffel	PP22	DII, IV, V, VI	F16	
Chimiste		DIII		
Isabel		DVIII	F22	
			F30	US6
				US7
				US4
Montségur				
				White Castel
Hélène	PP6		F17 - F18	Crystal vent
Pico	PP5			
Nuno		DX	F19	
Bairro Alto (ex. Pagodes)	PP7 - PP8 PP25		F29 - F21	
Elisabeth	PP12 - PP13			Jason
	PP24			
Y3		DI	F14	2608 site

Deux très grands sites (EIFFEL TOWER et ELISABETH, diamétralement opposés par rapport au lac de lave, dominant le champ hydrothermal LUCKY STRIKE; ils seront utilisés ici comme modèle de distribution (Fig. 1). Constitués d'un édifice actif d'environ 10 m d'altitude pour une largeur de 8 à 10 m; ils émettent un fluide noir et chaud dont la température est respectivement de 324° C et 313° C. A leur base et sur leur flancs, des surplombs, riches en barytine et en sulfures de fer et de zinc emprisonnent un fluide dont la température est de 200° C environ. Des petits fumeurs émettant un fluide translucide et des diffuseurs sont fréquemment observés sur les parois et les épaulements de l'édifice avec des températures comprises entre 115° et 250° C. Les parois de ces édifices sont recouvertes de *Bathymodiolus* n. sp. sauf sur les tombants recouverts de dépôts friables d'anhydrite et de barytine (Planche II, photo 8) et sur lesquelles sont observés des populations plus ou moins importantes de *Mirocaris fortunata*. Le Polynoidae *Branchipolynoe* aff. *seepensis* est présent dans pratiquement tous les individus récoltés, et au nombre de 1 à 4 individus par hôte.

Certaines zones de la moulière sont couvertes par des tapis denses de bactéries filamenteuses (Planche II, photo 7). Dans les prélèvements faits dans la moulière, de nombreuses espèces accompagnatrices sont observées, en particulier les gastéropodes des genres *Protolira*, *Peltospira*, *Lepetodrilus* et *Shinkailepas* et les amphipodes de l'espèce *Luckia striki*. Sur les parois de petits diffuseurs actifs de faible et moyenne températures (30° à 90° C par exemple sur un petit diffuseur à EIFFEL TOWER) on observe des groupes de plusieurs dizaines d'individus très actifs de *Chorocaris chacei*. De nombreux spécimens du Bythograeidae *Segonzacia mesatlantica* sont présents dans la moulière, une forte proportion d'individus étant recouverte par des bactéries filamenteuses. Sur le pourtour du site, quelques espèces de filtreurs de petite taille sont observés en faible densité dans les fissures (par exemple des cirripèdes pédonculés) ainsi que des petits carnivores sessiles comme *Candelabrum phrygium* (hydrozoaire).

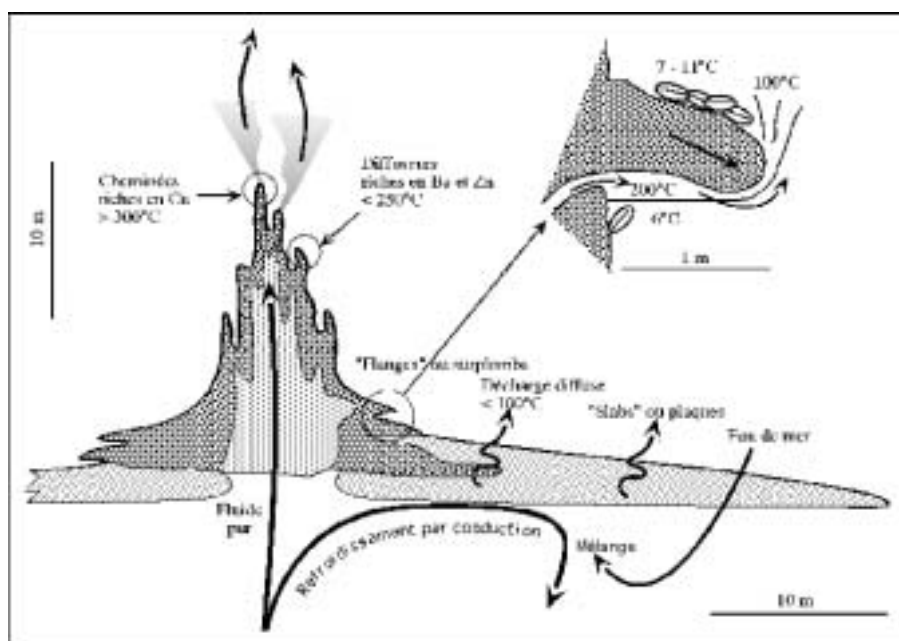


Fig. 1 - Représentation schématique d'une section transversale d'un site hypothétique du champ hydrothermal LUCKY STRIKE (adapté d'après FOUQUET, CHARLOU *et al.*, (soumis)).

L'ichtyofaune du domaine bathyal est abondante autour du site où elle fait de fréquentes incursions: la chimère *Hydrolagus pallidus* est fréquente, deux à trois individus de *Cataetys laticeps* sont toujours présents à la base de EIFFEL TOWER ainsi que plusieurs individus de *Gaidropsarus* n. sp. qui vivent à la base du fumeur dans des crevasses de l'édifice ; *Lepidion schmidti* est lui aussi observé dans cette zone (SALDANHA et BISCOITO, 1997; *soumis*). Sur le site ELISABETH, les crevettes

Chorocaris chacei et *Mirocaris fortunata* sont très abondantes. Les modioles sont présentes sur les arêtes est et ouest de l'édifice. Les mattes bactériennes sont très abondantes sur l'ensemble.

La répartition des modioles sur EIFFEL TOWER a particulièrement retenu notre attention (Planche II, photos 7 et 8). Une simple observation directe des populations montre qu'il existe une ségrégation spatiale de taille dans une population de *Bathymodiolus* (COMTET, 1998; COMTET et DESBRUYÈRES, 1998) à l'intérieur d'un même site. L'étude des spectres de taille dans des échantillons récoltés sur des substrats isolés (blocs ou fragments de sulfures) à l'intérieur d'un site montre que les petits individus dominent sur les zones peu actives alors que les grands individus sont présents dans les zones les plus actives, sur les parois des fumeurs à proximité des zones d'émission. Ainsi certains prélèvements sont dominés (75%) par les individus appartenant à la première cohorte (mode 4,35 mm) alors que d'autres échantillons sont composés de 63% d'individus appartenant aux cohortes plus âgées (modes 13 à 91 mm). L'étude des micro-environnements montre un accroissement des valeurs moyennes de la température avec la taille (~6° C en moyenne pour les petites tailles et environ 12° C pour les grandes tailles (Tableau 4)) mais aussi de sa variabilité temporelle. Les paramètres chimiques liés suivent une même tendance: relation inverse du pH et de la taille, (les grands individus étant à des pH moyens de 7 tandis que les petits individus sont à des pH moyens de 7,5), relation proportionnelle avec la concentration en sulfures (1 $\mu\text{mol.kg}^{-1}$ à 10 $\mu\text{mol.kg}^{-1}$). Cette ségrégation spatiale a été attribuée à des phénomènes de croissance différentielle et/ou de compétition intraspécifique. Il semble que l'hypothèse d'une compétition intraspécifique (JOHNSON, CHILDRESS *et al.*, 1994; COMTET et DESBRUYÈRES, 1998) et d'une migration dans le gradient de sulfure au cours de la croissance soient les hypothèses la plus vraisemblable, attestées par différentes observations effectuées *in situ*⁹ et *in vitro*¹⁰.

Au nord-est du lac de lave se trouve le site Y3 constitué d'une cheminée de 12 m d'altitude environ et d'un petit édifice situé à la base qui comporte un surplomb actif. Sur les 5 m inférieurs du fumeur, formés par une superposition de surplombs, il n'existe que peu d'activité ; de nombreuses modioles de grande taille y sont présentes sur les faces supérieures des surplombs, plus ou moins couvertes de particules minérales noires. Le gastéropode prédateur *Phymorhynchus* est présent en petites populations parmi les modioles. Au fur et à mesure de la remontée le long du fût de la cheminée des failles longitudinales se dessinent. La partie supérieure du fût comporte de nombreux précipités d'anhydrite et des mattes bactériennes. Quelques groupes de *Rimicaris*

⁹ Expériences de colonisation de substrats vierges.

¹⁰ Elevage de jeunes modioles dans des gradients de sulfure (P. DANDO, comm. pers.).

exoculata sont présents dans les fissures tandis que les populations de *Mirocaris fortunata* peuplent les tombants. Le sommet de la cheminée comporte plusieurs fumeurs noirs.

La plupart des autres sites visités est composée d'édifices de taille plus réduite pour lesquels nous prendrons le modèle du site BAIRRO ALTO. Ce site, situé au nord-ouest du lac de lave est composé de quatre édifices sphéroïdes dont la hauteur varie entre 2 et 4 mètres. Ils sont couronnés par quelques diffuseurs actifs de faible taille. Ils sont constitués latéralement d'une juxtaposition de surplombs actifs qui piègent un fluide chaud dont la température est voisine de 200° C produisant un effet de miroir à l'interface entre le fluide chaud et l'eau de mer (Planche II, photo 6). Au pied de ces édifices se trouvent des colonies de zoanthaires et quelques *Candelabrum phrygium* dans des zones où aucune anomalie de température n'est décelée. Deux espèces de crevettes (*Chorocaris chacei* et *Mirocaris fortunata*) ainsi que quelques modioles sont présentes à proximité de l'interface inférieure. A la marge du surplomb, la température est voisine de 100° C et aucun animal n'y est observé. Des populations importantes de modioles et de crevettes sont présents sur la face supérieure du surplomb à proximité d'une sortie de fluide (Planche II, photo 5) où la température est voisine de 10° C. Dans cet environnement, plusieurs individus de l'oursin *Echinus alexandri* ont été observés sur les sites STATUE OF LIBERTY et SINTRA. Bien que cette espèce soit répandue dans l'Atlantique nord, elle semble venir se nourrir sur les sites actifs. La faune associée est la même que précédemment décrite sur les fumeurs. Dans toute le champ hydrothermal, les fissures résultant de la fracture des *slabs* sont colonisée par des Mytilidae, même dans des zones sans activité apparente.

RAINBOW

Trente sites actifs ont été observés sur la zone explorée (Carte 4). Ils sont alignés suivant une direction générale d'environ N 60 alors que sur chaque site, les édifices sont alignés sur une direction N 40. Sur la partie occidentale du champ hydrothermal les fumeurs noirs sont localisés sur les flancs et le sommet d'une crête étroite de 10 à 20 m d'altitude orientée N 40.

Les sites actifs de ce champ hydrothermal présentent une morphologie très variable depuis des fumeurs noirs très actifs mais peu élevés (quelques décimètres à un mètre environ) jusqu'à des sites très développés présentant plusieurs dizaines de cheminées atteignant 8 m d'altitude et comportant des fumeurs en ruche et des diffuseurs. Les fumeurs supposés être les plus «jeunes» et les plus actifs sont situés aux extrémités occidentale et orientale du champ hydrothermal. La zone ouest a le relief le plus tourmenté alors que les sites de la zone orientale sont situés sur un plateau sédimentaire. Les sites les plus développés (les plus âgés ?) sont au centre du champ hydrothermal (PP 28/35 et PP 29/37). Ils sont composés à la fois d'édifices actifs et

de fumeurs en cours d'«extinction». La composition et la densité de la faune hydrothermale montrent une grande variabilité en fonction de la géomorphologie des sites.

Les sites les plus jeunes et les plus actifs sont presque azoïques (Planche I, photo 1) si ce n'est à leur périphérie où des espèces sessiles sont présentes (éponges comme *Cladorhiza* sp. et *Euchelipluma pristina*, hydrozoaires comme *Candelabrum phrygium*). Des hydraires forment aussi des feutrages assez denses sur les substrats durs alentours. Dans la région est, des Chaetopteridae du genre *Phyllochaetopterus* peuvent former des populations assez denses dans le sédiment proche des sites. Sur la crête active située à l'ouest du champ, la crevette *Caridea Mirocaris fortunata* a été observée en populations assez denses ainsi que quelques individus de *Rimicaris exoculata* et de *Chorocaris chacei*. Seule exception parmi ces sites jeunes, le fumeur PP 26 présente une population de modioles de plusieurs dizaines d'individus de petite taille.

Le site PP 29 est un exemple des édifices complexes de la zone centrale du champ (Planche II, photos 1 et 4). Situé à 2283 m de profondeur, c'est un ensemble de 14 cheminées qui couvrent une surface au sol de 6,5 m x 4,5 m (~30 m²). Ces cheminées peuvent atteindre 8 m de hauteur, et la surface des parois représente un développement de 70 m² environ. Sur les quatorze cheminées, trois seulement sont actives: deux sont des fumeurs noirs relativement actifs, la troisième émet lentement un fluide peu chargé en particules. Deux des onze cheminées non actives semblent cependant diffuser faiblement à leur base. Dans les zones chaudes, les cheminées sont couvertes soit par des oxydes de manganèse (aspect pulvérulent noir) soit par des oxydes de fer (couleur rouille). La température mesurée au sommet du diffuseur est comprise entre 22 et 63° C. Des populations de *Mirocaris fortunata* couvrent les oxydes de manganèse et une partie importante (38%) des oxydes de fer avec des densités très élevées (1200 individus.m⁻² à 2800 individus.m⁻²). Dans ces zones actives, la température est comprise entre 11 et 18° C, le pH est compris entre 6,8 et 7,5 et la concentration en sulfures est comprise entre 0,4 et 21 µmol.kg⁻¹. Des «essaims» très denses (> 3000 individus.m⁻²) de *Rimicaris exoculata* sont présents dans les dépressions entre les cheminées et dans certaines failles des parois, sur des surfaces comprises entre ¼ et 1/20 de m² (Planche II, photos 1, 2 et 4). Les températures mesurées dans ces «essaims» sont comprises entre 9 et 25° C, le pH est compris entre 6,4 et 7,2 et la concentration en sulfures entre 0,4 et 17 µmol.kg⁻¹. L'ensemble de ces populations de *Rimicaris* couvre 37% de la surface totale. Dans les zones peu actives, sur les oxydes de fer, de petites populations de *Bathymodiolus* n. sp. composés d'individus de grande taille sont observées (Planche II, photo 4). Dans ces moulières, la température mesurée est voisine de 7° C, le pH est compris entre 7,4 et 8 et la teneur en sulfures varie de 0,4 à 12 µmol.kg⁻¹. Elles couvrent environ 22% de la surface totale de ce faciès. Seuls trois individus de Bythograeidae ont été observés sur ce site. Au pied des cheminées, dans des zones couvertes de

particules hydrothermales, les peuplements sont dominés par les modioles (Planche II, photo 3) qui couvrent la moitié de la surface occupée par ce faciès, des populations de *M. fortunata* (50 à 200 individus.m⁻²) et de *Chorocaris chacei* (< 10 individus.m⁻²).

DISCUSSION

Les premières observations des champs peu profonds (800-1700 m) de la zone du point triple des Açores, LUCKY STRIKE (Van DOVER, DESBRUYÈRES *et al.*, 1993) puis MENEZ GWEN (DESBRUYÈRES, ALAYSE *et al.*, 1994), dominés par les modioles *Bathymodiolus* n. sp. contrastaient avec celles effectuées sur les autres sites découverts plus au sud et plus profonds, SNAKE PIT (23° N - 3480 m) et TAG (26° N - 3650 m) dominés par les crevettes – *Rimicaris exoculata* en particulier – (RONA, KLINKHAMMER *et al.*, 1986; GALKIN et MOSKALEV, 1990; GEBRUK, PIMENOV *et al.*, 1993; SEGONZAC, 1992). Cette différence suggérait l'existence de mécanismes d'isolement tels la profondeur ou les failles transformantes et zones de fracture et l'existence de deux provinces biogéographiques le long de la ride médio-atlantique (Van DOVER, DESBRUYÈRES *et al.*, 1993; DESBRUYÈRES, ALAYSE *et al.*, 1994). Par la suite la description des champs BROKEN SPUR (29° N - 3000 m) (MURTON, Van DOVER *et al.*, 1995; COPLEY, TYLER *et al.*, 1997) et LOGATCHEV (14° 45 N - 3000 m) (GEBRUK, MOSKALEV *et al.*, 1997) montrait des peuplements dominés par les crevettes malgré des abondances plus faibles (*R. exoculata* ne formant pas d'«essaims» à BROKEN SPUR et *Mirocaris keldyshi* à LOGATCHEV), et confirmait la dominance des crevettes sur les champs hydrothermaux situés au sud de la zone de fracture Atlantis par 3000 m de profondeur et plus. Enfin, le champ hydrothermal RAINBOW découvert à des latitude et profondeur intermédiaires (36° N - 2300 m) montre plutôt des peuplements proches de ceux de SNAKE PIT ou TAG avec des populations denses de crevettes, aussi bien *Rimicaris exoculata* qui forme de larges agrégats que *Mirocaris fortunata* abondante sur tous les sites de ce champ. Les modioles sont présentes, avec la même espèce que celle observée à LUCKY STRIKE et MENEZ GWEN ; même si la population est sur certains site assez abondante, elle est localisée au pied des édifices comme sur les sites de SNAKE PIT ou TAG, et comporte très rarement des individus de petite taille. Si l'on considère les espèces dominantes et leur contribution relative aux peuplements, on peut donc différencier les champs hydrothermaux LUCKY STRIKE et MENEZ GWEN des autres champs de la ride médio-atlantique. Si l'on considère l'ensemble des espèces prélevées, malgré une ressemblance apparente entre les communautés des champs de LUCKY STRIKE et MENEZ GWEN, le calcul des indices de Jaccard nous montre que leur similitude faunistique au niveau spécifique est faible (~20% entre MENEZ GWEN et LUCKY STRIKE). La similitude est du même ordre entre RAINBOW et MENEZ GWEN (20%) alors qu'elle est légèrement plus élevée (27%) entre RAINBOW et LUCKY STRIKE. Il faut comparer ces coefficients à la

valeur bien supérieure de 40% obtenue entre les champs de l'EPR situés par 13° N et 21° N, géographiquement plus éloignés (1000 km) et séparés par les failles transformantes RIVERA et OROZCO. De même, la similitude faunistique spécifique entre le champ RAINBOW et le champ SNAKE PIT est faible (22%), malgré la ressemblance générale des communautés des deux sites. La biogéographie est influencée par des facteurs écologiques locaux et des facteurs historiques. Pour ce qui est des facteurs historiques, l'homogénéité des populations liées à l'hydrothermalisme le long d'une ride active est fonction du nombre de sites relais existant entre deux champs hydrothermaux, de l'absence de discontinuité majeure dans la ride (failles transformantes ou plaques continentales). Un modèle linéaire croissant de distribution des panaches hydrothermaux en fonction du taux d'expansion a été proposé par (BAKER, GERMAN *et al.*, 1995) et récemment rediscuté à la suite de la localisation de plusieurs champs actifs sur une dorsale ultra-lente (Van DOVER, 1998). GERMAN, PARSON *et al.*, (1996) localisent 7 panaches hydrothermaux sur 200 km de ride entre 38° et 36° N sans que l'on puisse donner une relation univoque entre l'existence de panache et celle d'un champ hydrothermal au sens actuellement admis. En effet, des panaches importants comme celui du segment FAMOUS n'ont pu être mis en relation avec une activité hydrothermale paroxysmale malgré un effort intense d'exploration. L'espacement entre zones actives est probablement plus grand sur les rides lentes que sur les rides rapides et les échanges entre métapopulations doivent de ce fait être plus réduits que sur les rides rapides ou ultra-rapides. Cependant, les distances entre les champs connus dans cette zone sont relativement faibles (89 kilomètres entre MENEZ GWEN et LUCKY STRIKE, 183 km entre LUCKY STRIKE et RAINBOW). Les principales différences faunistiques observées entre les champs hydrothermaux LUCKY STRIKE et MENEZ GWEN proviennent de l'appauvrissement en espèces endémiques de l'hydrothermalisme et une augmentation de la pénétration d'espèces bathyales et non de phénomènes de vicariance. Les peuplements de ces deux champs et celui de la zone RAINBOW diffèrent sans doute plus en réponse aux conditions environnementales que sous l'action des mécanismes d'isolement géographiques de métapopulations peu distantes (la faille Pico située entre LUCKY STRIKE et RAINBOW ne provoque qu'un décrochement de 45 km).

La variation bathymétrique liée à la présence du point chaud des Açores, semble provoquer progressivement un changement du micro-environnement hydrothermal non seulement entre champs différents mais aussi entre les sites d'un même champ comme observé à LUCKY STRIKE, sous l'action des phénomènes de séparation de phases. A ce phénomène s'ajoutent les variations chimiques liées à la présence de roches ultrabasiques sur le champ RAINBOW. Cependant, les concentrations en composés nutritifs (H_2S et CH_4) et les températures varient peu d'un champ à l'autre de même que les concentrations en ions métalliques, à l'exception du fer. Ainsi, la température et la concentration en éléments nutritifs du fluide ne permettent pas d'expliquer les

différences observées dans les espèces dominantes entre les zones LUCKY STRIKE et MENEZ GWEN d'une part et la zone RAINBOW d'autre part. Par contre, flux particulaire est d'un ordre de grandeur plus élevé à RAINBOW que dans les deux autres champs hydrothermaux (KHRIPOUNOFF, comm. pers.) et l'augmentation de la concentration en particules minérales toxiques et agressives dans le fluide pourrait être à RAINBOW un facteur défavorable au développement des moulières. En effet, *Bathymodiolus* n. sp. qui vit en symbiose trophique avec deux souches bactériennes, l'une méthanotrophe, l'autre sulfo-oxydante (FIALA-MÉDIONI, CAVANAUGH *et al.*, 1996) conserve un comportement de filtreur: les mouvements d'eau dans l'espace palléal permettent d'alimenter ses symbiotes en composés nutritifs (H_2S et CH_4). La grande extension des moulières dans les zones hydrothermales peu profondes où le fluide est peu chargé en particules a également été signalée dans le bassin nord-fidjien (DESBRUYÈRES, ALAYSE-DANET *et al.*, 1994) ainsi que à Minami-Ensei Knoll et sur le Suiyo Seamount (HASHIMOTO and OKUTANI, 1994). De plus, la dominance des substrats meubles empêche les possibilités d'installation à la marge des sites actifs de la zone RAINBOW où la précipitation minérale particulièrement importante limite le développement des moulières au niveau des fumeurs eux-mêmes. Au contraire, dans la zone LUCKY STRIKE, le fluide peu chargé en particules et riche en gaz permet le développement des moulières aussi bien sur les parois des fumeurs que dans les fissures multiples des «slabs» où les jeunes modioles peuvent trouver des zones d'installations à l'écart des populations d'adulte. L'étude des sites opposés de la zone MENEZ GWEN est révélatrice de l'importance de la disponibilité des surfaces permettant l'installation des post-larves: les laves en coussin sont abondantes dans la zone active sur les pentes orientales du volcan forment de nombreux micro-biotopes et permettent le développement d'une moulière à forte hétérogénéité de taille (comportant de nombreux individus de petite taille) alors que ces surfaces basaltiques ne sont que marginales sur le site occidental dont la surface est dominée par les précipités hydrothermaux pulvérulents peu propice à la fixation des modioles par leurs filaments byssaux. Dans ce site l'hétérogénéité de taille de la population de modioles, cantonnée aux quelques substrats durs des épaulements, est faible, les cohortes les plus âgées éliminant probablement les nouveaux venus par compétition intraspécifique. La nature des structures par lesquelles s'échappent le fluide hydrothermal (cheminées, diffuseurs, fractures) semble également jouer un rôle dans la répartition des espèces dominantes. En effet, les diffuseurs très actifs nombreux sur les édifices des sites de la zone RAINBOW, comme sur les sites de SNAKE PIT (les «ruches») sont très attractifs pour les crevettes *R. exoculata* et *M. fortunata* alors que les moulières sont bien développées sur les sites où le fluide s'échappe par des fractures.

La faible représentation de *Rimicaris exoculata* à LUCKY STRIKE (site Y3) et son absence à MENEZ GWEN est difficilement explicable puisque *Mirocaris fortunata* et *Chorocaris chacei* sont présents sur ces deux derniers sites, même si leur

abondance est variable ; un contrôle biogéographique paraît donc improbable. L'absence de *R. exoculata* peut être expliquée par l'absence du micro-environnement dans lequel elle se nourrit (SEGONZAC, 1992; SEGONZAC, SAINT LAURENT *et al.*, 1993) ou de son occupation par les modioles adultes qui les excluraient par compétition interspécifique. La nature du substrat pourrait être un facteur déterminant la répartition des crevettes *R. exoculata*. En effet ces dernières se nourrissent de bactéries libres ou associées à des particules minérales; le développement des ces différentes populations bactériennes est lié à la disponibilité des composés réduits dans le fluide et sous forme de précipités solides au niveau des parois et diffuseurs actifs (Van DOVER, FRY *et al.*, 1988; SEGONZAC *et al.*, 1993). Une explication serait donc à rechercher dans les réactions géochimiques à l'interface fluide /eau de mer / paroi du fumeur et dans le renouvellement des populations bactériennes. Les deux autres espèces de crevettes ont probablement d'autres exigences environnementales du fait de leur régime alimentaire différent: *Chorocaris chacei* est supposé majoritairement nécrophage (SEGONZAC, de SAINT-LAURENT *et al.*, 1993) et est rencontrée dans les moulières des sites de LUCKY STRIKE et MENEZ GWEN, et sur le champ RAINBOW comme sur celui de SNAKE PIT dans les zones de diffusion faible au pied des édifices. *Mirocaris fortunata*, capable de se nourrir aussi bien de bactéries filamenteuses ou d'autres types bactériens que de matière organique provenant des moules (POND, SEGONZAC *et al.*, 1997), possède présente des exigences beaucoup moins strictes que *R. exoculata* et est ainsi présente sur la totalité des sites des trois champs hydrothermaux de l'ATJ.

Les peuplements des deux champs actifs les moins profonds de la zone ATJ, diffèrent des autres sites de la dorsale médio-atlantique principalement par la dominance de *Bathymodiolus* n. sp. La communauté du champ RAINBOW, malgré la relativement faible profondeur (2320 m), et l'existence de failles transformantes (HAYNES, ATLANTIS, puis KANE et FIFTEEN TWENTY) est proche par sa composition et sa biodiversité de celle des sites TAG, BROKEN SPUR et SNAKE PIT malgré les cas de vicariances entre espèces accompagnatrices. Les différences chimiques liées à la présence de roches ultrabasiques ne semblent pas apporter de modifications majeures de la composition faunistique et l'on peut considérer qu'il n'existe qu'une seule province biogéographique sur les sites hydrothermaux de la ride médio-atlantique entre 15° 40' N et 38° N. C'est cette même communauté que l'on retrouve lorsque la profondeur diminue, et que les propriétés du fluide sont affectées par les processus de séparation de phase. Quand la teneur en particules du fluide diminue, les filtreurs symbiotrophes deviennent dominants par rapport aux mangeurs de dépôts et les espèces bathyales périphériques pénètrent dans la zone active pour se nourrir. La stabilité spatio-temporelle supposée des champs hydrothermaux des dorsales lentes, et la fragmentation relative du milieu conduit cependant à une faible similitude spécifique entre sites au niveau des espèces accompagnatrices.

REMERCIEMENTS

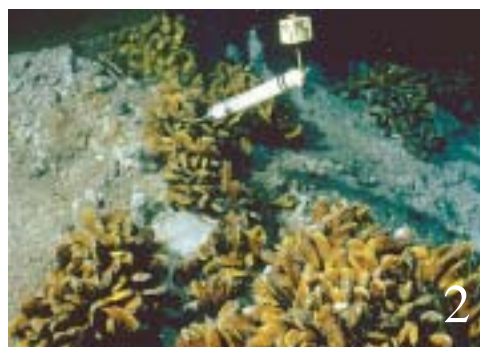
Aucun travail en grande profondeur n'est possible sans la participation complice des équipages des navires et des submersibles habités. Il nous est particulièrement agréable de remercier pour leur aide efficace et amicale les officiers et les équipages des navires océanographiques «Nadir» et «L'Atalante» ainsi que les pilotes et les techniciens du submersible NAUTILE pour leur grande compétence et pour leur intérêt pour notre travail. La description faunistique n'est possible que grâce à une coopération avec les taxinomistes qui étudient le matériel et qui nous communiquent le plus rapidement possible leurs manuscrits. Patrick Briand, Jacques Kerdoncuff et Philippe Rodier ont assuré le travail technique à la mer et Violaine Martin les dessins de cet article. Nous remercions Charles Langmuir d'avoir invité l'un de nous (DD) à la campagne «LUCKY STRIKE» en 1993. Daniel Fornari et Susan Humphris nous ont communiqué le rapport de la campagne américaine «Lustre» dans la zone LUCKY STRIKE. Cindy Van Dover nous a aidé à constituer la liste faunistique présentée ici. Ce travail a été financé par IFREMER (France), par la «Fundação para a Ciência e Tecnologia (Programa Praxis XXI)» (Portugal) et par L'Union européenne dans le cadre du quatrième programme communautaire de recherche et développement (MAST3 AMORES - CT MAS3 950040).

Planche I (Page ci-contre):

Photo 1 - Champ hydrothermal RAINBOW, fumeur isolé de la région orientale du champ.

Photos 2 et 3 - Champ hydrothermal MENEZ GWEN; populations de *Bathymodiolus* n. sp. installées sur des substrats durs en marge des zones de diffusions. Remarquer les émissions de fluide clair et chaud sur la Photo 3.

Photo 4 - Reproduction d'une aquarelle représentant un fumeur du champ LUCKY STRIKE réalisée au cours de la campagne «DIVA 2» par le Professeur LUIZ SALDANHA.



4

Planche II

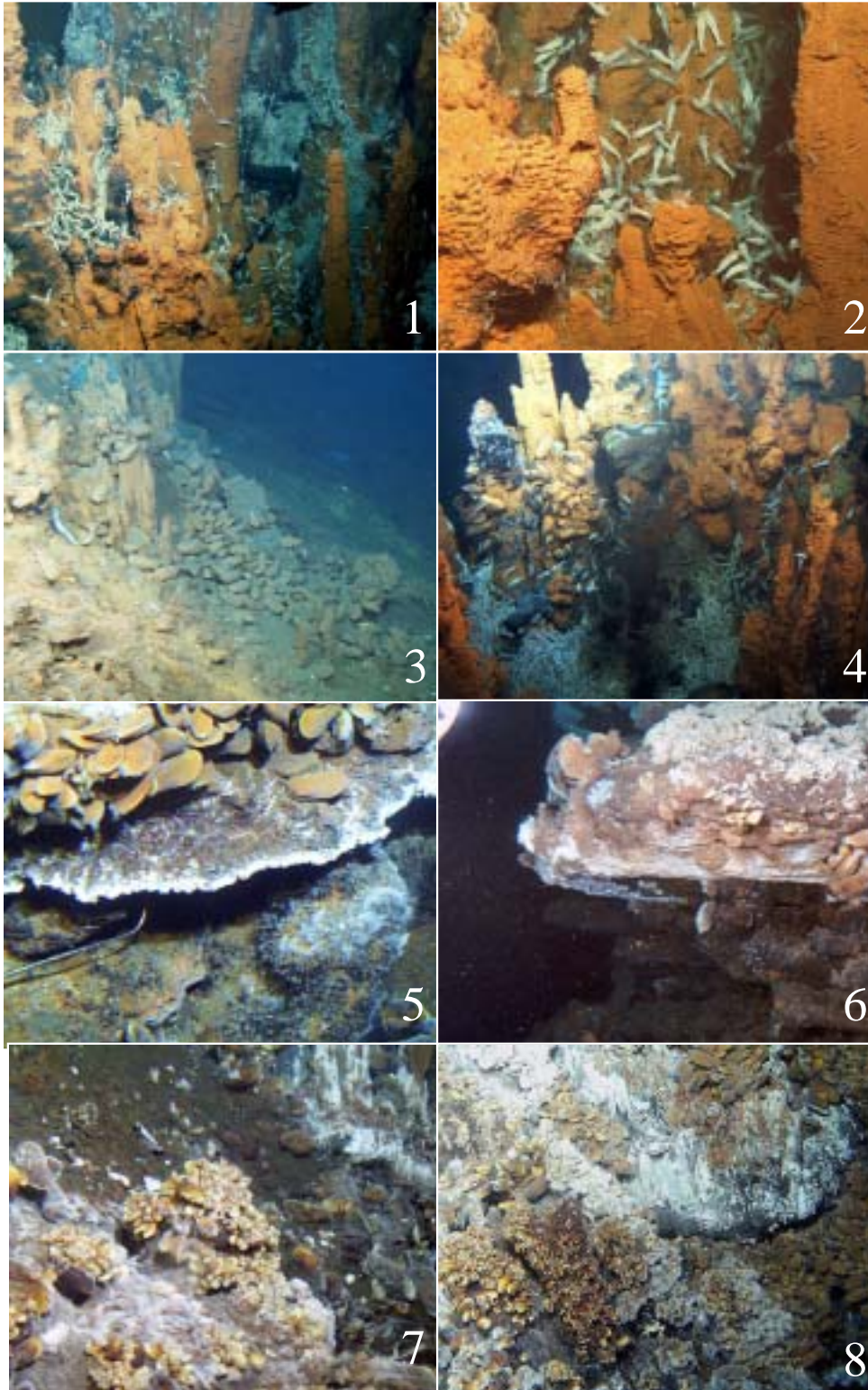
Photos 1 et 2 - Site PP 28 du champ hydrothermal Rainbow, essaims de *Rimicaris exoculata* sur des cheminées recouvertes d'oxydes de fer.

Photo 3 - Vue de la pente basale des fumeurs où sont présentes des moulières recouvertes d'oxydes et de particules hydrothermales. Le poisson visible au centre à gauche est un Zoarcidae nouveau du genre *Pachycara*.

Photo 4 - Même site. Remarquer au centre de la photographie le fluide noir qui est émis à travers un essaim de *R. exoculata*. Sur le fumeur inactif à gauche de la vue, une population de modiole de grande taille.

Photos 5 et 6 - Surplombs actifs (site Bairro Alto) en vue supérieure (5) et de contre plongée (6). Remarquer la zone azoïque située en bordure de la structure.

Photos 7 et 8 - Vues de la base et de la paroi du site TOUR EIFFEL montrant la ségrégation spatiale des différentes cohortes de *Bathymodiolus* n. sp. ainsi que la présence de mattes bactériennes sur certains groupes de modioles.



RÉFÉRENCES

BAKER, E. T., C. R. GERMAN et H. ELDERFIELD:

1995. Hydrothermal plumes over spreading-center axes: global distributions and geological inferences. *Seafloor Hydrothermal Systems*. R. A. Z. S. E. Humphris, L. S. Mullineaux and R. E. Thomson, American Geophysical Union. **91**: 47-71.

BISCOITO, M. et L. SALDANHA:

2000. Occurrence of *Chaceon affinis* (Decapoda: Geryonidae) in the vicinity of a hydrothermal vent site (on the Mid-Atlantic Ridge). *Journal of Crustacean Biology*, **20** (1): 128-131.

CHARLOU, J.-L., H. BOUGAULT, J.-P. DONVAL, H. PELLÉ, C. LANGMUIR et T. F. S.:

1993. Seawater CH₄ concentration over the Mid-Atlantic Ridge from the Hayes F. Z. to the Azores Triple Junction. *Eos, Transactions, American Geophysical Union Spring meeting*: 1993.

CHARLOU, J.-L., J.-P. DONVAL, E. DOUVILLE, J. KNOERY et Y. FOUQUET:

- soumis*. Geochemistry of hydrothermal fluids collected at Lucky Strike (37° 17' N) and Menez Gwen (37° 50' N) hydrothermal fields, South of the Azores Triple Junction on the Mid-Atlantic Ridge (DIVA 1 cruise, May 1994). *Journal of Geophysical Research, B*.

CHEVALDONNÉ, P., D. JOLLIVET, R. A. FELDMAN, D. DESBRUYÈRES, R. A. LUTZ et R. C. VRIEJENHOEK:

1998. Commensal scale-worms of the genus *Branchipolynoe* (Polychaeta: Polynoidae) at deep-sea hydrothermal vents and cold-seeps. *Cahiers de Biologie Marine*, **39**: 347-350.

COMTET, T.:

1998. *Structure des populations, reproduction, croissance et phylogéographie des Mytilidae des champs hydrothermaux Lucky Strike et Menez Gwen (37° 17' N et 37° 50' N sur la dorsale médio-atlantique)*. Thèse en Océanographie Biologique. Brest, France, Université de Bretagne Occidentale: 244 pp.

COMTET, T. et D. DESBRUYÈRES:

1998. Population structure and recruitment in mytilid bivalves from the Lucky Strike and Menez Gwen hydrothermal vent fields (37° 17' N and 37° 50' N on the Mid-Atlantic Ridge). *Marine Ecology Progress Series*, **163**: 165-177.

COPLEY, J. T. P., P. A. TYLER, B. J. MURTON et C. L. Van DOVER:

1997. Spatial and interannual variation in the faunal distribution at Broken Spur vent field (29° N, Mid-Atlantic Ridge). *Marine Biology*, **129**: 723-733.

DESBRUYÈRES, D., A. M. ALAYSE-DANET, S. OHTA et S. P. O. B. A. STARMER:

1994. Deep-sea hydrothermal communities in Southern Pacific back-arc basins (the North Fiji and Lau Basins): Composition, microdistribution and food-web. *Marine Geology*, **116**: 227-242.

DONVAL, J.-P., J.-L. CHARLOU, E. DOUVILLE, J. KNOERY, Y. FOUQUET, E.

PONCEVERA, P. JEAN-BAPTISTE, M. STIEVENARD et C. GERMAN:

1997. High H₂ and CH₄ content in hydrothermal fluids from Rainbow site newly sampled at 36° 14' N on the AMAR segment, Mid-Atlantic Ridge (diving Flores cruise, July 1997). Comparison with other MAR sites. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, **78** (46): 832.

DOUVILLE, E., J.-L. CHARLOU, J.-P. DONVAL, J. KNOERY, Y. FOUQUET, P.

BIENVENU et P. APPRIOU:

1997. Trace elements in fluids from the new Rainbow hydrothermal field (36° 14' N, MAR): a comparison with other Mid-Atlantic fluids. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, **78** (46): 832.

FIALA-MÉDIONI, A., C. CAVANAUGH, P. DANDO et C. Van DOVER:

1996. Symbiotic mussels from the Mid-Atlantic ridge: Adaptations to trophic resources. *Journal of Conference Abstracts*, **1** (2): 788.

FORNARI, D., C. L. Van DOVER, T. SHANK, R. LUTZ et M. OLSSON:

1994. A versatile, low-cost temperature sensing device for time-series measurements at deep sea hydrothermal vents. *BRIDGE Newsletter*, **6**: 40-47.

FOUQUET, Y.:

1997. Geological setting and composition of hydrothermal sulfide deposits along the Mid-Atlantic Ridge. Volcanic control versus tectonic control of sulfide mineralisation. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, **78** (46): 832.

FOUQUET, Y., H. ONDRÉAS, J.-L. CHARLOU, J.-P. DONVAL, J. RADFORD-KNOERY, I.

COSTA, N. LOURENÇO et M. K. TIVEY:

1995. Atlantic lava lakes and hot vents. *Nature*, **377**: 201.

FOUQUET, Y., J.-L. CHARLOU, H. ONDRÉAS, J. RADFORD-KNOERY, J.-P. DONVAL, E.

DOUVILLE, R. APPRIOUAL, P. CAMBON, H. PELLÉ, J.-Y. LANDURÉ, A. NORMAND, E.

PONSEVERA, C. GERMAN, L. PARSON, F. BARRIGA, I. COSTA, J. RELVAS et A.

RIBEIRÀ:

1997. Discovery and first submersible investigations on the Rainbow hydrothermal field on the MAR (36° 14 N). *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, **78** (46): 832.

FOUQUET, Y., J.-L. CHARLOU, J.-P. DONVAL, J. RADFORD-KNOERY, H. ONDRÉAS, P.

CAMBON, H. BOUGAULT, J. ETOUBLEAU, F. J. A. S. BARRIGA, I. M. A. COSTA, N.

LOURENÇO et M. K. TIVEY:

- soumis.* Hydrothermal processes on shallow volcanic segments: Mid Atlantic Ridge near the Azores Triple Junction. *Journal of Geophysical Research*, *B*.

GALKIN, S. V. et L. I. MOSKALEV:

1990. Hydrothermal fauna of the Mid-Atlantic Ridge. *Oceanology*, **30** (5): 624-627.

GEBRUK, A. V., L. I. MOSKALEV, P. CHEVALDONNÉ, S. M. SUDARIKOV et P.

CHERNYAEV:

1997. Hydrothermal vent fauna of the Logatchev area (14° 45' N, MAR): preliminary results from first Mir and Nautilé dives in 1995. *InterRidge News*, **6** (2): 1-8.

GEBRUK, A. V., N. V. PIMENOV et A. S. SAVVICHEV:

1993. Feeding specialization of bresiliid shrimps in the TAG site hydrothermal community. *Marine Ecology Progress Series*, **98**: 247-253.

GERMAN, C., L. M. PARSON et H. SCIENTIFIC TEAM:

1996. Hydrothermal exploration near the Azores Triple Junction: Tectonic control of venting at slow-spreading ridges? *Earth and Planetary Science Letters*, **138**: 93-104.

GERMAN, C. R., K. J. RICHARDS, M. D. RUDNICKI, J. L. CHARLOU et T. F. S. PARTY:

- soumis.* Topographic control of a dispersing hydrothermal plume. *Earth and Planetary Science Letters*.

HASHIMOTO, J. et T. OKUTANI:

1994. Four new mytilid mussels associated with deepsea chemosynthetic communities around Japan. *Venus (Japanese Journal of Malacology)*, **53** (2): 61-83.

JOHNSON, K. S., J. J. CHILDRESS, C. L. BEEHLER et C. M. SAKAMOTO:

1994. Biochemistry of hydrothermal vent mussel communities: the deep-sea analogue to the intertidal zone. *Deep-Sea Research*, **41** (7): 993-1011.

LONSDALE, P. F.:

1977. Clustering of suspension-feeding macrobenthos near abyssal hydrothermal vents at oceanic spreading centers. *Deep-Sea Research*, **24** (4065): 857-863.

MARQUES, A. et F. PORTEIRO:

1998. Hydrothermal vent mussel *Bathymodiolus thermophilus* (Bivalvia: Mytilidae): diet item of *Hydrolagus affinis* (Pisces, Chimeridae). *InterRidge News* **7** (1): 21.

MURTON, B. J., C. Van DOVER et E. SOUTHWARD:

1995. Geological setting and ecology of the Broken Spur hydrothermal vent field: 29° 10' N on the. *Hydrothermal vents and processes*. C. L. W. L. M. Parson, D. R. Dixon. London, The Geological Society of London. **87**: 33-41.

POND, D. W., M. SEGONZAC, M. V. BELL, D. R. DIXON, A. E. FALLICK et J. R. SARGENT:

1997. Lipid and lipid carbon stable isotope composition of the hydrothermal vent shrimp *Mirocaris fortunata*: evidence for nutritional dependence on photosynthetically fixed carbon. *Marine Ecology Progress Series*, **257**: 221-231.

RONA, P. A., G. KLINKHAMMER, T. A. NELSEN, J. H. TREFRY et H. ELDERFIELD:

1986. Black smokers, massive sulphides and vent biota at the Mid-Atlantic Ridge. *Nature*, **321**: 33-37.

SALDANHA, L. et M. BISCOITO:

1997. Fishes from the Lucky Strike and Menez Gwen hydrothermal vent sites (Mid-Atlantic Ridge). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, **49** (283): 189-206.
soumis. *Gaidropsarus maui* a new species of Gadid fish from the Lucky Strike hydrothermal vent site (mid-Atlantic Ridge) and the Biscay Slope. *Copeia*.

SEGONZAC, M.:

1992. Les peuplements associés à l'hydrothermalisme océanique du Snake Pit (dorsale médio-atlantique; 23° N, 3480 m): composition et microdistribution de la mégafaune. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série III*, **314**: 593-600.

SEGONZAC, M., M. de SAINT LAURENT et B. CASANOVA:

1993. L'énigme du comportement trophique des crevettes Alvinocarididae des sites hydrothermaux de la dorsale médio-atlantique. *Cahiers de Biologie Marine*, **34**: 535-571.

Van DOVER, C. L.:

1995. Ecology of Mid-Atlantic Ridge hydrothermal vents. In: *Hydrothermal vents and*

processes (eds.: L. M. Parson, C. L. Walker & D. R. Dixon), London, *Geological Society Special Publication*, **87**: 257-294.

1998. Vents at higher frequency. *Nature*, **395**: 437-438.

Van DOVER, C. L., D. DESBRUYÈRES, L. SALDANHA, A. FIALA-MEDIONI et C. LANGMUIR:

1993. A new faunal province at the LUCKY STRIKE hydrothermal vent field. *Eos*, **74** (43): 100.

Van DOVER, C. L., D. DESBRUYÈRES, M. SEGONZAC, T. COMTET, L. SALDANHA, A. FIALA-MÉDIONI et C. LANGMUIR:

1996. Biology of the Lucky Strike hydrothermal field. *Deep-Sea Research*, **43** (9): 1509-1529.

Van DOVER, C. L., B. FRY, J. F. GRASSLE, S. HUMPHRIS et P. A. RONA:

1988. Feeding biology of the shrimp *Rimicaris exoculata* at hydrothermal vents on the Mid-Atlantic Ridge. *Marine Biology*, **98**: 209-216.

APPENDIX 1

Composition faunistique des trois zones actives explorées (MG: MENEZ GWEN, LS: LUCKY STRIKE, R: RAINBOW).

	Genus	Species	MG	LS	R	déterm.
Hexactinellidae	<i>Asbestopluma</i>	<i>pennatula</i>		*		Vacelet
	<i>Asbestopluma</i>	<i>infundibulum</i>		*		<i>id</i>
	<i>Cladorhiza</i>	aff. <i>grimaldi</i>		*		<i>id</i>
	<i>Euchelipluma</i>	<i>pristina</i>		*		<i>id</i>
Anthozoa	<i>Lophelia</i>	sp.		*		Zibrowius
	<i>Stegolaria</i>	<i>geniculata</i>			*	Vervoort
Hydrozoa	<i>Candelabrum</i>	<i>phrygium</i>		*		<i>id</i>
	<i>Eudendrium</i>	sp.		*		Marques
	<i>Eudendrium</i>	<i>rameum</i>			*	Marques
	<i>Cladocarpus</i>	<i>formosus</i>			*	Vervoort
Polychaeta	<i>Amathys</i>	<i>lutzi</i>		*	*	Desbruyères
	<i>Archinome</i>	<i>rosacea</i>			*	Desbruyères
	<i>Branchipolynoe</i>	aff. <i>seepensis</i>	*	*	*	<i>id</i>
	<i>Phyllochaetopterus</i>	sp.			*	<i>id</i>
	<i>Eunice</i>	<i>norvegica</i>	*			<i>id</i>
	<i>Cf. Hesiolyra</i>	sp.		*		<i>id</i>
	<i>Levensteiniella</i>	n. sp.		*		Pettibone
	<i>Lugia</i>	sp.		*		Desbruyères
	<i>Opisthotrochopodus</i>	n. sp.		*	*	Pettibone
	<i>Prionospio (Minuspio)</i>	n. sp1		*	*	Desbruyères
<i>Prionospio (Minuspio)</i>	sp. 2		*	*	<i>id</i>	

(Cont. APPENDIX 1)

	Genus	Species	MG	LS	R	déterm.
Monoplacophora	<i>Rokopella</i>	n. sp.			*	Warén et Bouchet
Gastropoda	<i>Alvania</i>	n. sp.	*	*		<i>id</i>
	<i>Amphissa</i>	<i>acuticostata</i>	*			<i>id</i>
	<i>Calliostoma</i>	<i>obesula</i>	*			<i>id</i>
	<i>Dendronotus</i>	<i>comtetii</i>		*		Valdes et Bouchet
	<i>Emarginula</i>	sp.	*			Warén et Bouchet
	<i>Laeviphitus</i>	n. sp.		*	*	<i>id</i>
	<i>Lepetodrilus</i>	n. sp.	*	*	*	<i>id</i>
	<i>Lirapex</i>	n. sp.		*		<i>id</i>
	<i>Mitrella</i>	<i>nitidunila</i>			*	<i>id</i>
	<i>Neusas</i>	<i>marshalli</i>	*			<i>id</i>
	<i>Orbitestella</i>	n. sp.		*		<i>id</i>
	Orbitestellidae n. gn.	n. sp.	*	*	*	<i>id</i>
	<i>Paraletopsis</i>	n. sp.		*		<i>id</i>
	<i>Peltospira</i>	n. sp.		*		<i>id</i>
	<i>Phymorhynchus</i>	n. sp.		*		<i>id</i>
	<i>Protolira</i>	<i>valvatoides</i>	*	*	*	<i>id</i>
	<i>Protolira</i>	<i>thorvalldssoni</i>	*	*	*	Warén
	<i>Pseudorimula</i>	<i>midatlantica</i>		*		Warén et Bouchet
	<i>Pseudosetia</i>	<i>azorica</i>	*			<i>id</i>
	<i>Shinkailepas</i>	n. sp.	*	*	*	<i>id</i>
<i>Strobiligera</i>	<i>brychia</i>	*			<i>id</i>	
<i>Xylodiscula</i>	n. sp.	*	*	*	<i>id</i>	
Bivalvia	<i>Bathymodiolus</i>	n.sp.	*	*	*	Von Cosel et Comtet

(Cont. APPENDIX 1)

	Genus	Species	MG	LS	R	déterm.
Pycnogonida	<i>Sericosura</i>	<i>heteroscela</i>		*		Child
Halacarida	<i>Halacarellus</i>	<i>alvinus</i>		*		Bartsch
	<i>Copidognathus</i>	<i>alvinus</i>		*		Bartsch
Copepoda	<i>Aphotopontius</i>	<i>atlanteus</i>	*	*		Humes et Segonzac
	<i>Aphotopontius</i>	<i>temperatus</i>		*		Humes
	<i>Stygiopontius</i>	<i>rimivagus</i>				Humes et Segonzac
Ostracoda	<i>Bathyconchoecia</i>	<i>pauluda</i>	*	*		Carbonel
	<i>Bairdia</i>	sp.	*			<i>id</i>
	<i>Bythocypris</i>	sp.	*			<i>id</i>
	<i>Krithe</i>	sp.	*			<i>id</i>
	? <i>Pontocypris</i>	sp.	*	*		<i>id</i>
Amphipoda	<i>Eurythenes</i>	? <i>grillus</i>		*	*	Bellan Santini
	<i>Luckia</i>	<i>striki</i>		*		<i>id</i>
	<i>Bouvierella</i>	<i>curtimana</i>		*		<i>id</i>
	<i>Gitanopsis</i>	<i>alvina</i>		*		<i>id</i>
Decapoda	<i>Acanthephyra</i>	<i>eximia</i>		*		Biscoito
	<i>Acanthephyra</i>	<i>purpurea</i>		*		<i>id</i>
	<i>Kemphyra</i>	sp.			*	<i>id</i>
	<i>Nematocarcinus</i>	<i>exilis</i>		*		<i>id</i>
	<i>Chaceon</i>	<i>affinis</i>	*			<i>id</i>
	<i>Paromola</i>	<i>cuvieri</i>	*			<i>id</i>
	<i>Segonzacia</i>	<i>mesatlantica</i>	*	*	*	Guinot
	<i>Alvinocaris</i>	aff. <i>markensis</i>		*		Saint-Laurent
	<i>Mirocaris</i>	<i>fortunata</i>	*	*	*	Segonzac
	<i>Chorocaris</i>	<i>chacei</i>		*	*	<i>id</i>
	<i>Rimicaris</i>	<i>exoculata</i>		*	*	<i>id</i>

(Cont. APPENDIX 1)

	Genus	Species	MG	LS	R	déterm.
Echinida	<i>Echinus</i>	<i>alexandri</i>		*		<i>id</i>
Ophiurida	<i>Ophioctenella</i>	<i>acies</i>		*	*	Tyler
Chondrichthyes	<i>Apristurus</i>	<i>maderensis</i>		*		Biscoito et Saldanha
	<i>Etmopterus</i>	<i>princeps</i>		*		<i>id</i>
	<i>Centroscymnus</i>	<i>coelolepis</i>		*		<i>id</i>
	<i>Deania</i>	<i>profundorum</i>	*			<i>id</i>
	<i>Hydrolagus</i>	<i>affinis</i>		*		<i>id</i>
	<i>Hydrolagus</i>	<i>pallidus</i>		*		<i>id</i>
Osteichthyes	<i>Cataetyx</i>	<i>laticeps</i>		*		<i>id</i>
	<i>Chaunax</i>	sp.	*			<i>id</i>
	<i>Chiasmodon</i>	<i>niger</i>		*		<i>id</i>
	<i>Coelorhynchus</i>	<i>labiatus</i>		*		<i>id</i>
	<i>Epigonus</i>	<i>telescopus</i>	*			<i>id</i>
	<i>Gaidropsarus</i>	n. sp.		*		<i>id</i>
	<i>Gaidropsarus</i>	sp.	*			<i>id</i>
	<i>Halosaurus</i>	<i>johnsonianus</i> ?			*	<i>id</i>
	<i>Laemonema</i>	<i>robustum</i> ?	*			<i>id</i>
	<i>Lepidion</i>	<i>schmidti</i>	*	*	*	<i>id</i>
	<i>Pachycara</i>	sp.			*	Biscoito et Almeida
	<i>Mora</i>	<i>moro</i>	*			Biscoito et Saldanha
	<i>Nezumia</i>	<i>sclerorhynchus</i>		*		<i>id</i>
	<i>Polyacanthonotus</i>	<i>rissoanus</i> ?		*	*	<i>id</i>
	<i>Simenchelys</i>	<i>parasitica</i>	*	*		<i>id</i>
	<i>Synaphobranchus</i>	<i>kaupi</i>	*	*		<i>id</i>
	<i>Trachyscorpia</i>	<i>crutulata echinata</i>	*			<i>id</i>