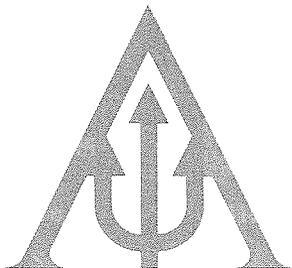


**ACCADEMIA INTERNAZIONALE
DI SCIENZE E TECNICHE SUBACQUEE
USTICA**



**LA RICERCA
SCIENTIFICA SUBACQUEA**

QUADERNO N. 19

Dicembre 1997

Atti della Tavola Rotonda

La ricerca scientifica subacquea

Ustica, Sala Consiliare del Comune, 18-19 Settembre 1997

Con il Patrocinio della CMAS-Confédération Mondiale
des Activités Subaquatiques

In occasione della 38ª Rassegna Internazionale delle Attività Subacquee
Ustica, 14-20 Settembre 1997

Organizzata dall'Azienda Autonoma Provinciale
per l'Incremento Turistico di Palermo

* * *

CHAIRMAN:

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

*Presidente dell'Accademia Internazionale
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

INTERVENTI:

Dr. Lucio Messina

*Direttore dell'Accademia Internazionale
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

Dr. Attilio Licciardi

Sindaco di Ustica

Prof. Giuseppe Giaccone

Ordinario di Biologia delle Alghe dell'Università di Catania

Prof.ssa Denise Bellan-Santini

*Centre d'Océanologie de Marseille,
Station Marine d'Endoume, France*

Prof. Gerard Bellan

*Centre d'Océanologie de Marseille,
Station Marine d'Endoume, France*

Dr. Giuseppe Notarbartolo di Sciara
*Presidente dell'ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca
Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare*

Prof. François Doumenge
Direttore del Museo Oceanografico del Principato di Monaco

Prof. Sebastiano Italo Di Geronimo
*Ordinario di Paleontologia e Direttore dell'Istituto
Policattedra di Oceanologia e Paleoeccologia
dell'Università di Catania*

Dr. Claudio Mocchegiani Carpano
*Direttore dello STAS-Servizio Tecnico per l'Archeologia Subacquea
del Ministero dei Beni Culturali e Ambientali*

Dr. Piero Pruneti
Direttore della rivista Archeologia Viva

Dr. Paolo Notarbartolo di Sciara
Regista e Produttore cine-televisivo

CONCLUSIONI:

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

1^a giornata, 18 Settembre 1997

Dr. Lucio Messina

*Direttore dell'Accademia Internazionale
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

Introduzione

Porgo il benvenuto a nome dell'Accademia Internazionale di Scienze e Tecniche Subacquee ed il benvenuto anche a nome del Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente che in questo momento salpa sull'aliscafo dal Porto di Palermo e arriverà tra un'ora e un quarto qui tra noi. Il Prof. Pallotta ha dovuto modificare il suo programma di viaggio per via del maltempo, che per fortuna ci ha lasciato ma che è salito un po' più a nord, per cui arriverà con un piccolo ritardo, ma ha pregato come di consueto il Prof. Giuseppe Giaccone, che è Vice Presidente dell'Accademia, di sostituirlo in sua assenza nel presiedere la tavola rotonda e di dare inizio ai lavori che abbiamo riordinato nel modo in cui poi il Prof. Giaccone vi riferirà.

Io devo soltanto introdurre la tavola rotonda di quest'anno dicendo un paio di cose che ritengo abbastanza interessanti. Il tema è nato da un colloquio avuto tra la Presidenza dell'Accademia, il Prof. Pallotta e me, ed i dirigenti della

CMAS, il Presidente Prof. Ferrero e il Dr. Manuel Martingueño che è il Presidente della Commissione Scientifica della CMAS, a proposito della necessità di parlare dei ricercatori scientifici subacquei, un concetto che in vari paesi specie dell'area europea è trattato in modi differenti ed è un progetto che guardiamo con una certa attenzione per cercare di dare una unicità di istruzione e di formazione a questi operatori che fino ad ora sono venuti su in maniera molto estemporanea. A questo tavolo siedono Pino Giaccone che da giovane ha iniziato a fare il ricercatore subacqueo, i Bellan altrettanto, e tanti altri che hanno cominciato questa ricerca sul campo: questa attività, fuori dagli studi, dalle biblioteche, dai laboratori, va esattamente sotto il mare a ricercare nei vari campi scientifici quello che la natura presenta. Il problema, è quello della formazione delle nuove leve perché molti sono gli studenti, molti sono i ricercatori, molti sono i docenti i quali hanno una versatilità con il mare, però non esiste un sistema per dare loro una istruzione professionale in grado di metterli al riparo intanto dai rischi che l'attività potrebbe anche comportare e di fornire una qualificazione che valga nell'ambito europeo. Abbiamo allora allo studio, come Accademia, un progetto, che per adesso è ancora allo stato iniziale, un progetto di effettuare dei corsi di formazione professionale con i finanziamenti della Unione Europea che ci vede intanto in osservazione di un panorama di possibilità abbastanza vasto. Per darvi una idea esistono possibilità di finanziamento di varia natura: esiste un fondo sociale europeo che è gestito dalle Regioni e quindi per nostra comodità diciamo dalla Regione Siciliana, il programma *Master 3* che è un programma gestito direttamente dalla Commissione, il programma europeo di ricerca scientifica e tecnologica e poi altri programmi europei tra cui *I Giovani per l'Europa* e *Leonardo*. Ognuno di questi programmi ha le sue caratteristiche, ha le sue procedure, ha le sue esigenze, tutti però prevedono un finanzia-

mento che abbia alle spalle un cofinanziamento da parte dell'Ente organizzatore e questo è il problema che in atto in Accademia si sta studiando per trovare i fondi necessari. La cosa più facile sarà probabilmente rivolgersi in prima istanza agli Enti Locali e quindi, per ritornare alle cose nostre, al Comune di Ustica e alla Provincia di Palermo, per chiedere un intervento di cofinanziamento per il 25% almeno del totale delle spese del programma. Un'altra questione è invece la possibilità di trovare uno sponsor anche multinazionale per mettere in sesto un programma su almeno tre Paesi che già potrebbero essere individuati in Francia, Italia e Spagna, paesi rivieraschi del Mediterraneo, i quali potrebbero unirsi insieme alle Università interessate per reperire questo cofinanziamento e realizzare un programma per un progetto per l'ACCREDITAMENTO DELLA CERTIFICAZIONE, (una terminologia usata nell'ambito europeo) un accreditamento della certificazione di ricercatore scientifico subacqueo, potrebbe anche dare la possibilità di intervenire sui tre Paesi con dei corsi di scambio, cioè ogni Paese forma i suoi e poi li scambia in una specie di workshop, di job rotation, così come si chiama in termine tecnico, attraverso corsi di formazione e poi uno stage finale che potrebbe appunto avvenire su tre poli differenti, immaginiamo Barcellona, Marsiglia, Ustica, sui quali realizzare questa operazione finale. È un progetto ancora allo studio dell'Accademia, ne parleremo sabato venturo in Assemblea, ed è un progetto che ha due grosse difficoltà: quella del cofinanziamento, come detto, e quella dei partner che intendano lavorare su un progetto del genere. Abbiamo il patrocinio della CMAS sia su questa tavola rotonda che sul progetto, ed è un patrocinio molto significativo perché pure la CMAS essendo una confederazione mondiale di federazioni sportive ha nella sua organizzazione una commissione scientifica che si occupa proprio di queste cose. La CMAS ricordiamo è uno dei grossi

organismi che danno i brevetti per subacquei per cui la presenza della CMAS è una presenza particolarmente significativa. Il signor Martingegno che doveva essere tra noi e che ci avrebbe portato anche il conforto di una presenza autorevole invece non è potuto intervenire, come non sono potuti venire alcuni accademici che sono qui indicati nel programma, e cioè il Dr. Gaetano Cafiero che è impegnato a Roma in un progetto di lavoro di interesse europeo con l'On.le Emma Bonino, così come non è potuto venire il Prof. Paolo Colantoni in quanto domani avrà un rappresentante del Ministro Berlinguer alla sua Università di Urbino e quindi non poteva esimersi da Preside dall'essere presente, e Claudio Ripa il quale è impegnato in un problema di lavoro che all'ultimo momento gli ha impedito di essere insieme a Pallotta sull'aliscafo che sta per arrivare.

Io ho concluso la mia introduzione e spero di avere spiegato con sufficiente chiarezza quello che intendevo comunicare e passo la parola a Pino Giaccone che farà un breve messaggio di saluto del Prof. Pallotta e terrà la sua relazione.

Prof. Giuseppe Giaccone

Ordinario di Biologia delle Alghe dell'Università di Catania

Presentazione

Penso che l'opportunità accordata all'Accademia dal Comune di Ustica a tenere il nostro appuntamento culturale nella sala consiliare stia diventando una bella tradizione, anche perché è una delle poche occasioni in cui possiamo quasi toccare con mano che siamo a casa nostra, che siamo cioè cittadini di Ustica. Per la disponibilità molto cordiale che fa onore a tutto il Consiglio comunale di Ustica, ma soprattutto al Sig. Sindaco e alla Giunta, si mantiene la tradizione di dare la cittadinanza onoraria di Ustica a tutti coloro ai quali è conferito il premio Tridente d'Oro. Potere stare almeno una volta l'anno nella casa comune per poterci incontrare anche se in pochi (ma poi attraverso la stampa degli atti si riesce ad informare molti) credo che sia qualcosa di molto positivo e di significativo non semplicemente nella sua capacità di esprimere sentimenti, ma anche nella sua capacità di inviare messaggi sull'importanza della cultura anche nel gestire una migliore qualità della vita per le comunità locali.

Il Prof. Pallotta introduce sempre questi apporti culturali con riflessioni, che esprimono la ricchezza della sua dimensione umana che ci pungolano ad esplicitare il nostro ruolo nella

società. In fondo noi dobbiamo esprimere il cambiamento di questa società e in qualche maniera anche determinarlo. Tutti noi che facciamo parte dell'Accademia siamo impegnati nella educazione e nella formazione: chi nelle attività universitarie, chi nei centri di ricerca, chi nella gestione di uffici pubblici, ma tutti ci sentiamo impegnati a fare diventare il mare un ecosistema che promuove lo sviluppo. Certamente noi dobbiamo contribuire all'evoluzione dell'uomo di oggi e l'uomo si evolve, noi lo sappiamo, solo culturalmente. Tutti gli organismi del mondo, quelli marini in particolare ci mostrano come cambia nel tempo la composizione di specie. Nuove specie emergono nel processo evolutivo perché trovano nuove nicchie, nuove sorgenti di risorse che riescono ad utilizzare come altre specie prima di loro non riuscivano ad utilizzare, quindi le nuove specie nascono perché ci sono nuove fonti di risorse.

L'uomo non ha fatto nascere nuove specie di uomini, quando si è completato il processo di umanizzazione e poi di civilizzazione, noi non abbiamo avuto specie di uomini diversi e pare che la nostra specie non tenda a formare altre specie, perché l'evoluzione dell'uomo avviene non con una nicchia di tipo più o meno trofico o comunque fatto di nodi di risorse energetiche ma avviene attraverso una nicchia culturale, cioè inserendo nuovi parametri si diventa uomini nuovi. Certamente tutto quello che abbiamo inserito nei nostri parametri culturali ci ha portato ad essere negli ultimi cinquanta anni quasi uomini diversi, pur restando nell'arco della vita la stessa persona, la stessa specie, culturalmente siamo diversi. Questi incontri servono anche a dare questi nuovi parametri culturali perché l'uomo progredisca e questo lo faccia in armonia con la natura.

Quando nasce una nuova specie deve trovare una nicchia di risorse da utilizzare, ma è difficile che la trovi vuota, la può trovare semi vuota, ma generalmente deve competere con un'altra specie. Noi invece nel processo evolutivo culturale non voglia-

mo competere, perché competere significa generare conflitti di interessi, lotta fra le classi. Certamente questa non è la nostra idea di sviluppo della civiltà umana. Dobbiamo fare in modo che nel processo evolutivo culturale ci sia una evoluzione, ma non ci sia una rivoluzione cruenta. Se non si accetta l'evoluzione culturale certamente finisce con esserci il contrasto, con esserci la rivoluzione. Penso che l'uomo di cultura, lo scienziato, quindi certamente tutti noi dell'Accademia, dobbiamo contribuire all'evoluzione dell'uomo e non alla rivoluzione tra gli uomini. Si parla spesso di rivoluzione culturale, ma c'è una contraddizione in termini, una cultura con può portare mai ad una rivoluzione, ma deve portare ad una evoluzione perché l'uomo biologicamente è uguale dovunque si trovi e l'evoluzione dell'uomo comporta la sua crescita culturale, purché questa sua crescita e questo suo sviluppo sia sostenibile dalla natura e infatti noi oggi parleremo di sviluppo sostenibile.

Penso che sia nel piccolo, cioè in questa presentazione ristretta, sia nel grande, cioè nel processo di divulgazione che sarà effettuato una volta che quel che diciamo viene affidato ai volumi o ai comunicati stampa, i nostri interventi devono portare a questo: ad un progresso della specie umana, ma anche ad uno sviluppo sostenibile e alla formazione di questo nuovo uomo, che gestisca in maniera nuova e compatibile le risorse.

Dopo questa introduzione passo la parola al Sig. Sindaco per il suo saluto. Subito dopo darò il mio contributo al tema sulla ricerca scientifica subacquea ed in particolare alla conoscenza della biodiversità del mare che è il tema della mia ricerca fin dal 1960.

Dr. Attilio Licciardi
Sindaco di Ustica

Saluto

Per prima cosa voglio salutare tutti i partecipanti a questa tavola rotonda, il Prof. Giaccone, il Dr. Messina, tutti i relatori partecipanti alla riunione e tutti gli ospiti di questa 38^a Rassegna. Avrò modo domani di salutare il Prof. Pallotta Presidente dell'Accademia. Colgo anche l'occasione per ringraziare ancora una volta l'Azienda Autonoma Provinciale per l'Incremento Turistico di Palermo per il lavoro che ha svolto per la realizzazione di questa edizione della Rassegna Internazionale delle Attività Subacquee e per il contributo fattivo, concreto, che ci sta dando nel nostro obiettivo di lavorare per la destagionalizzazione del turismo nella nostra isola.

Il problema del rapporto tra l'Accademia e Ustica, anche qui richiamato dal Dr. Messina e dal Prof. Giaccone; l'Accademia e quindi gli uomini, gli scienziati che ci sono dentro anche nella veste di cittadini onorari di Ustica e questo Comune, questo Municipio, questa sede istituzionale e questa comunità, è la questione che si ripropone ogni anno in occasione di questo incontro. Ha detto bene il Prof. Giaccone, e io mi associo alle parole che lui ha usato: tenere la tavola rotonda dell'Accademia dentro l'aula consiliare del comune di Ustica sta

diventando una bella tradizione, una tradizione nata l'anno scorso per una necessità obiettiva visto che la sede dove normalmente si svolgono le riunioni dell'Accademia, le tavole rotonde, è la Torre dello Spalmatore che l'anno scorso era ancora in via di ristrutturazione. Ora quei lavori si sono completati e la Torre è completamente restaurata e fruibile. È il centro didattico della Riserva Marina ed è sempre e comunque a disposizione dell'Accademia Internazionale di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica quale sede legale e prestigiosa così come certamente prestigiosa è la riunione che si tiene in questa aula consiliare che rappresenta tutta la comunità usticese.

Fatti i doverosi saluti e ribadito un rapporto cordiale tra l'Amministrazione Comunale, il Comune di Ustica e l'Accademia, vorrei accennare tre o quattro questioni sul tema in discussione questo pomeriggio, anche perché alcune delle relazioni previste sicuramente approfondiranno un aspetto che ci è caro in assoluto e ci è particolarmente caro ad Ustica e cioè il tema della ricerca scientifica nelle aree protette. La ricerca scientifica nelle aree protette, peraltro sarà senz'altro uno dei temi della prossima conferenza nazionale sull'ambiente che si terrà a Roma dal 25 al 28 Settembre prossimo che avrà come titolo *Parchi, ricchezza italiana*. La conferenza nazionale indetta dal Ministero dell'Ambiente alla quale Ustica parteciperà naturalmente è un appuntamento nazionale di grandissimo rilievo che vedrà la partecipazione del Presidente della Repubblica nonché del Presidente del Consiglio, del Ministro dell'Ambiente, del Ministro per le Politiche Agricole, il Sindaco di Roma, il Presidente della Regione Lazio e tutta un'altra serie di personalità. La conferenza avrà una grande importanza perché in quei quattro giorni tutti coloro che a vario titolo lavorano nelle aree protette italiane potranno fare il punto di quello che significa concretamente oggi la tutela a terra e a mare dei beni ambientali, potranno scambiarsi le opinioni sullo stato dei

lavori nella realizzazione delle aree protette in Italia e dovranno certamente sciogliere alcuni nodi. Noi andremo a questa Conferenza Nazionale sull'Ambiente a dire tra l'altro che la ricerca scientifica dev'essere uno degli elementi unitari del sistema delle aree protette italiane. Noi andremo a dire in quella conferenza che l'esperienza di Ustica ci suggerisce che nell'ambito di una iniziativa politica e culturale che riguarda le aree protette il tema della ricerca scientifica ha valenza nazionale, e quindi che è necessario un lavoro di coordinamento nazionale che sia in grado di definire, nella sede più opportuna che andremo a identificare, i filoni di ricerca, le risorse certe per poterle fare, le strutture dove questa ricerca scientifica nelle aree protette dovrà essere realizzata, come e perché, a che scopo e per quale motivo. Riteniamo che questo possa essere uno dei contributi che la Riserva Marina di Ustica potrà dare a quella conferenza nazionale, uno dei contributi che le aree protette dovranno dare.

Nella strada che il nostro Paese sta intraprendendo per risanare i conti pubblici, per razionalizzare le spese, non ha senso che la ricerca scientifica nelle singole aree protette avvenga secondo programmi non coordinati, che in aree protette diverse si facciano le stesse ricerche, che in aree protette diverse si perseguano i medesimi obiettivi. La scienza è una, le problematiche sono molto spesso comuni, noi riteniamo di poter dare un contributo a quella conferenza dicendo che l'esperienza di Ustica ci insegna che occorre dare alle finalità della ricerca scientifica nelle aree protette un profilo unitario; lanceremo ciò come proposta, ed essa verrà sicuramente esaminata dagli organismi, dalle personalità, dagli enti presenti. Bisognerà capire e individuare quale Ente se ne dovrà fare carico ma riteniamo in questo modo di poter dare un contributo alla scienza e di dare un contributo al grande e non eludibile tema delle risorse economiche verso le aree protette, e al problema della riduzione

delle risorse economiche che vengono destinate ogni anno alle aree protette. Ma noi faremo un'altra cosa e lo faremo sulla base di quello che è avvenuto sulla nostra isola, lo faremo sulla base dell'esperienza che si sta facendo in questi anni. Ustica ha messo su negli anni, su questo tema particolare, dalla istituzione della Riserva in poi, un progetto che si è concretizzato qui ad Ustica nella realizzazione di un laboratorio marino, inaugurato all'inizio di questa estate, dato in gestione alla Università di Palermo come dettato nel decreto istitutivo della Riserva Marina. Laboratorio marino che è una struttura attrezzata, certo non attrezzatissima, ma che è certamente una delle strutture dove si effettua in Italia la ricerca nel campo della biologia marina e quindi noi candideremo Ustica come uno dei centri di ricerca sul mare. Il laboratorio marino della riserva marina di Ustica vuol essere uno dei laboratori attivi, uno dei punti della rete della ricerca scientifica nelle aree protette fermo restando che l'idea che noi tenderemo a portare avanti verterà sul concetto che la ricerca scientifica nelle aree protette dovrà avere un segno unitario. Ci permettiamo di diventare interlocutori come Comune di Ustica, Ente gestore della Riserva Marina, e potere entrare nel merito della ricerca scientifica perché la Riserva Marina di Ustica potrà portare come esperienze realizzate, come appuntamenti concreti realizzati negli ultimi anni, una serie di eventi di importanza nazionale ed anche internazionale. Faremo presente che la Riserva Marina di Ustica si è candidata a tenere qui nella nostra isola il prossimo anno il Congresso Nazionale della Società Italiana di Biologia Marina e che, nel Settembre del '98 qui ad Ustica, si terrà la seconda edizione della Scuola Internazionale di Chimica del Mare con i più importanti esperti mondiali sulla materia (la prima edizione è del Settembre '96). Credo di potere in questo senso affermare che, senza andare a invadere settori e campi che non sono di stretta pertinenza di un ente locale quale è un Comune, e senza

certamente andare a confutare il primato scientifico delle Università, dei centri di ricerca, degli Istituti Nazionali, la Riserva Marina di Ustica si sia già ritagliata uno spazio interessante ed importante nella rete nazionale di ricerca e che sarebbe un vero peccato, io dirò nella mia relazione che sarebbe delittuoso, tentare di smobilitare o di smontare le strutture già esistenti nelle aree protette. Ciascuna area protetta si deve specializzare, e questo sta diventando un tema di grande rilevanza: la Riserva Marina di Ustica, la più importante d'Italia, avendo già alcune strutture esistenti, personale che si è formato in certo modo, può candidarsi ad occupare alcuni spazi. Nel massimo rispetto dei ruoli istituzionali e senza volere andare a dire cose che una Riserva non potrebbe dire, uno dei temi su cui certamente Ustica si candida, con delle strutture precise, ad essere protagonista è quella della ricerca scientifica. Abbiamo il vantaggio di essere un laboratorio naturale, essendo una Riserva Marina, abbiamo il vantaggio di avere un laboratorio marino che è una struttura esistente, abbiamo il vantaggio che nel corso di questi dieci anni e forse anche prima attorno ad Ustica tutto un mondo scientifico, nazionale ed internazionale, si è ritrovato, sedimentando conoscenze e trasferendo una parte di queste conoscenze alla nostra comunità che certamente ne ha avuto un beneficio. Credo che questo è il riconoscimento che dobbiamo alla Rassegna Internazionale delle Attività Subacquee, il riconoscimento che Ustica deve all'Accademia Internazionale di Scienze e Tecniche Subacquee, così come credo che un riconoscimento vada dato oggi al ruolo nazionale della Riserva Marina di Ustica. Grazie.

Prof. Giuseppe Giaccone

Ordinario di Biologia delle Alghe dell'Università di Catania

**Il contributo alla conoscenza della biodiversità
dell'attività scientifica subacquea**

Grazie Sig. Sindaco. Credo che questa testimonianza e questo progetto, che ormai è in attuazione da parte del Comune di Ustica, per noi è la più bella presa d'atto che anche se i nostri incontri un tempo erano più ravvicinati e adesso sono un appuntamento annuale, per alcuni di noi biennale o triennale, certamente questa è la dimostrazione che se si semina cultura cresce cultura, e se c'è cultura viene il progresso e nel progresso c'è tutto ciò che l'uomo cerca: la sua identità, la continuazione con le sue radici, l'occupazione, l'evoluzione. Questa Isola, da quando la frequentiamo, ha avuto una serie di amministratori espressi dal seno della comunità degli usticesi, ma tutti sensibili alle nostre sollecitazioni culturali e questo continua nella sua Amministrazione, certamente questo per noi non può essere che un elemento di gioia, di soddisfazione, ma prendiamo anche atto che questa pianta del progresso e della cultura, sta diventando ad Ustica veramente una pianta robusta, quindi ce ne congratuliamo con Lei, Sig. Sindaco, e con tutta la Cittadinanza.

Se siete d'accordo, leggendo un po' i temi della Tavola Rotonda, e visto che si articola in due giorni, pensavo che pote-

vamo esporre in questa prima serata i cinque interventi che riguardano fundamentalmente la tematica biologica, lasciando gli altri temi alla serata di domani.

Hutchinson (1959) 38 anni fa a Palermo espose la sua teoria sulle cause della biodiversità, nota come “Omaggio a Santa Rosalia”, perché l’articolo che la contiene fu dedicato dall’ecologo americano alla Santa Patrona di Palermo. Secondo questa teoria le cause sono da ricercare nel paradigma del flusso di energia che attraversa i nodi della rete trofica, che determina il numero di nicchie possibili e quindi il numero di specie e la loro ricchezza in individui. Quando una specie vegetale emerge dal processo evolutivo, si crea una nuova opportunità di sopravvivenza per un erbivoro espresso dalla selezione naturale, che a sua volta condiziona il successo adattativo di un nuovo carnivoro. L’impacchettamento di nicchia da parte di una nuova specie o di un nuovo immigrato, riduce invece la diversità di specie che occupano due nicchie distinte, ma poco distanti tra di loro nel flusso energetico: es. due aree contigue nella zonazione marina del sistema fitale. Una separazione minima di nicchia, come le diverse modalità di utilizzare nello stesso spazio (es. stratificazione del manto vegetale nello stesso piano bionomico) il flusso di energia, facilita l’aumento della diversità delle specie. Dopo il 1959 lo studio della biodiversità ha fatto scoprire che la diversità degli ambienti stressati è in funzione dell’equilibrio tra emigrazione o fuga ed immigrazione o introduzione dal patrimonio genetico delle specie che vivono nelle aree vicine e che la competizione può portare alla regolazione del numero delle specie anche in senso positivo, cioè di incremento. Un carnivoro, infatti, che riduce l’eccessivo numero di individui delle specie erbivore mediante la predazione, permette (teoria del raccolto) la coesistenza di più specie nel livello trofico degli erbivori. Di contro un manto vegetale ricco di specie suppone un elevato numero di specie di erbivori che

le utilizzano, ma con un controllato numero di individui ad opera dei carnivori. Come esempio da noi sperimentato, riportiamo l'elevata diversità degli epibionti vegetali nei prati a Caulerpe, alghe verdi dotate di prodotti antierbivori, che richiamano un diversificato popolamento di erbivori e conseguentemente di carnivori. Le Caulerpe, infatti, elaborano la Caulerpenina come antierbivora, ma anche spesso la Caulerpina, la cui ossidazione genera l'ormone vegetale responsabile della germinazione (l'acido indolacetico), che spiega la ricca flora in epibiosi, che richiama gli erbivori, che altrimenti starebbero lontani dai prati a Caulerpe. Queste ultime a loro volta non competono con le altre rizofite vegetali degli ambienti in equilibrio, ma essendo specie stress tolleranti e mixotrofe, colonizzano massivamente solo fondali degradati, ricchi di materiale organico e scarsamente coperti da manto vegetale con specie di ambienti stabili all'equilibrio. La biodiversità del Mare Mediterraneo è relativamente elevata, mentre il numero di individui per specie nei biotopi equilibrati non è mai eccessivo. Mentre, infatti, questo mare rappresenta solo lo 0,8% della superficie totale degli oceani, esso racchiude circa il 6% della biodiversità marina del Pianeta. Su questo paradosso influisce certamente la sua posizione geografica nella zona subtropicale, ma anche le molteplici vicende tettoniche e climatiche di questo mare, che hanno portato, attraverso eventi spesso catastrofici (crisi messiniana, crisi di sapropel, crisi climatiche nell'oligocene e nel plio-pleistocene) al ringiovanimento del suo bioma dopo le fasi di svuotamento di nicchie preacquisite. Questi eventi spiegano anche il tasso relativamente elevato di endemismi, compreso nel Mediterraneo tra il 25% ed il 30% della sua biodiversità.

L'ambiente di vita come nicchia ecologica

Il paradigma della biologia moderna è certamente di tipo evolutivo. Ma nel corso dello sviluppo di questo modello è

venuto sempre più in evidenza che l'evoluzione della specie, definita dal suo genoma, è guidata (indotta o selezionata rispettivamente secondo il Lamarckismo o il Darwinismo) dall'ambiente. Oggi si è finalmente compreso che entrambe le due teorie evoluzionistiche possono essere integrate, perché oltre alla ereditarietà nucleare è stata scoperta una ereditarietà plasmatica e si sa che i due sistemi cellulari interagiscono e che oltre alla ereditarietà genetica ne esiste una epigenetica, che può essere indotta da fattori esterni alla cellula, cioè ambientali, e poi fissata nel suo genoma e trasmessa ereditariamente.

In ecologia la definizione di specie comprende una raccolta di individui con una comune occupazione, cioè con una stessa strategia per procurarsi le risorse dall'ambiente e raggiungere così la FITNESS, o idoneità riproduttiva, a permanere nell'OIKOS (casa o ambiente di vita) favorevole alla discendenza. Questa comune occupazione nello stesso HABITAT si chiama NICCHIA ECOLOGICA. Ogni specie ha una sua nicchia e la densità di popolazione in essa è regolata dalla disponibilità delle risorse, attraverso meccanismi cibernetici, cioè retrocontrollati, e quindi prevedibili e descrivibili matematicamente (equazioni di Lotka-Volterra). La selezione naturale tende a tenere separate o distinte le nicchie ecologiche delle specie. La nascita o l'introduzione o l'arrivo di una nuova specie in un ambiente o trova una nuova nicchia e la utilizza o compete per questa nicchia con le specie in essa preesistenti. Il risultato della competizione porta necessariamente alla esclusione di una delle due specie, che è costretta a emigrare o a scomparire dall'ecosistema.

Riassumo da Colinvaux (1996) il processo culturale che ha portato alla elaborazione del concetto di nicchia ecologica.

ELTON nel 1927 definì il concetto di nicchia dicendo che "nicchia vuol dire la posizione nell'ambiente biotico, il suo rapporto con il cibo e con i nemici". Questa nicchia come funzione di comunità vivente è detta in ecologia nicchia di prima classe o nicchia eltoniana.

GRINNEL nel 1904 aveva inserito il concetto di nicchia nella definizione di specie dicendo che “la specie è un set specifico di capacità di estrarre risorse, di sopravvivere al pericolo, di competere, unito ad un corrispondente set di bisogni”. Questa è una nicchia di seconda classe.

MACFADYEN nel 1957 definì la nicchia come una qualità dell’ambiente, dicendo che essa è “quel set di condizioni ecologiche sotto le quali una specie può sfruttare una sorgente di energia effettivamente sufficiente a riprodurre e colonizzare ulteriori sets di condizioni”. Questa è una nicchia di terza classe.

HUTCHINSON nel 1959 fece una sintesi di questi concetti definendo la nicchia come “un ipervolume multidimensionale di assi di risorse” incluso i vari comportamenti e modalità per sfruttarle senza competere. Questo concetto di nicchia porta alla conclusione che esiste una nicchia per ogni specie e che il volume di nicchia diventa sempre più piccolo, cioè più specializzato, quanto maggiore è la biodiversità in un ambiente naturale complesso come una foresta tropicale, una prateria, una barriera corallina, ma anche una megalopoli o in genere una società molto sviluppata. Questi concetti di nicchia si applicano anche all’uomo, ma con la differenza fondamentale che gli assi di ipervolume di nicchia antropica non sono geneticamente trasmessi, ma culturalmente appresi con l’esperienza e l’educazione didattica sia familiare che sociale e scolastica. La nicchia dell’*Homo sapiens* è sì di tipo eltoniano, ma è ridefinita e fatta nuova con l’evoluzione degli stili di vita durante sia la prima fase di umanizzazione del Paleolitico che della seconda fase di civilizzazione che dura dal Neolitico ad oggi. Gli altri organismi della biosfera per occupare nicchie differenti devono evolversi in specie differenti, l’uomo deve solo generare cultura e stili di vita differenti per permanere in una biosfera, che muta sia sotto l’influsso di cause geoclimatiche sia sotto l’influsso delle modifiche profonde, che la presenza umana apporta negli ecosistemi, come l’effetto serra, l’inquinamento, ecc...

Attività subacquea e conoscenza della biodiversità

Nello studio della biodiversità del nostro mare, il Mediterraneo, la descrizione di circa 6.000 organismi fu effettuata tra il 1770 ed il 1890, poi vi fu una lunga fase di scarso interesse per la tassonomia marina, finché intorno al 1950 ricominciarono ad intensificarsi le scoperte e le descrizioni di nuove specie e fino ad oggi si è avuto un incremento totale di circa il 20% e per le specie che vivono in profondità di circa il 35%. Recentemente è stata accertata per il Mediterraneo una biodiversità di circa 10.000 specie. Se si cerca di capire le ragioni di questo imponente contributo di conoscenza nell'ultimo mezzo secolo, tra le cause principali bisogna ascrivere l'uso sempre più frequente da parte dei biologi dei sistemi di esplorazione con mezzi subacquei o in genere con attrezzature di esplorazione e di raccolta capaci di fare vedere i fondali marini. L'attività subacquea, diventata negli ultimi 30 anni attività di massa, ha portato le nuove generazioni di biologi dentro l'ecosistema mare, con un enorme vantaggio per il progresso della biologia e dell'ecologia di base con importanti ricadute sullo sfruttamento sostenibile delle risorse e sulla gestione e protezione di particolari ecosistemi, ritenuti anche naturali per la biodiversità dell'oceano mondiale, come la Riserva naturale marina di Ustica.

La nostra finestra di osservazione sulla biodiversità è costituita dai vegetali marini bentonici, che studiamo fin dal 1960, servendoci anche dell'attività subacquea. Nel 1969 la nostra produzione scientifica e didattica in Botanica marina fece introdurre per la prima volta nell'ordinamento universitario italiano la Libera Docenza in Algologia e subito dopo l'attivazione dell'insegnamento nei corsi di Laurea in Scienze Biologiche ed in Scienze Naturali presso l'Università di Trieste, dove avevamo stabilito la sede delle ricerche. Nello stesso anno ci fu conferito il Tridente d'oro nel corso della nona Rassegna

delle attività subacquee ad Ustica. Qualche anno dopo organizzammo con i colleghi dell'Università di Trieste una Crociera-Scuola a bordo della nave Entella III, che percorse il Mediterraneo, toccando anche Ustica, con a bordo una quarantina di giovani ricercatori subacquei, desiderosi di imparare a conoscere i vegetali marini e gli ambienti che li ospitano: rinasceva così la scuola algologica italiana, che aveva visto con Borzi il suo ultimo rappresentante di prestigio internazionale nel 1931. Il progresso nella conoscenza delle alghe marine in circa 25 anni da questa Crociera-Scuola è sotto gli occhi di tutta la comunità scientifica internazionale. Un censimento della CEE aggiornato al 1997 degli algologi europei e mediterranei, evidenzia in Italia ben 110 specialisti e attualmente materie algologiche sono insegnate in oltre 20 sedi universitarie italiane in tre differenti corsi di Laurea e in alcune scuole di specializzazione. A Catania è attivato un Dottorato di ricerca sulla Biogeografia dei territori mediterranei con un indirizzo di Botanica marina ed a Messina ne esiste un altro più specifico in Biologia delle Alghe. Noi abbiamo insegnato Botanica marina presso le Università di Lubiana (Slovenia) e di Granada (Spagna) e sotto l'organizzazione dell'U.N.E.S.C.O. (corsi M.A.M.B.O.) a diverse generazioni di Biologi marini dei paesi che si affacciano sul Mediterraneo. Il citato censimento della CEE individua nell'area europea e mediterranea 1277 ricercatori, sparsi in 34 nazioni, che si occupano di Alghe. Vi sono inoltre 37 Collezioni o Erbari algologici, vere banche-dati della biodiversità algale e l'Erbario dell'Università di Catania risulta l'unico specializzato in Alghe del Mediterraneo. Il Dipartimento di Botanica di Catania comprende un Laboratorio ed una Biblioteca di Algologia ed ospita tre insegnamenti nell'ambito della Botanica Marina e due della Biologia marina e vi si svolgono varie linee di ricerca finanziate con un budget, che nel 1997 ha raggiunto i 300 milioni di lire.

In accordo con il programma DIVERSITAS della CEE i progetti di ricerca riguardano i seguenti temi:

1) La funzione della biodiversità nell'ecosistema marino in Mediterraneo, in Australia ed in Antartide.

2) Origine, mantenimento e perdita della biodiversità: cause genetiche, tettoniche, climatiche ed antropiche.

3) Tassonomia delle specie e sintassonomia dei popolamenti vegetali.

4) Monitoraggio della biodiversità vegetale in aree protette (parchi e riserve) ed in aree degradate da pressione antropica (urbana, agricola ed industriale).

5) Piani progettuali per l'istituzione e la gestione delle riserve marine, per il restauro di fondali degradati e per promuovere lo sviluppo sostenibile della fascia costiera. I ricercatori subacquei di Catania hanno effettuato gli studi di loro competenza per l'istituzione delle riserve marine di Ustica, Miramare, Ciclopi, Egadi, Pelage ed Eolie. Tra i risultati ottenuti dal Laboratorio di Algologia del Dipartimento di Botanica di Catania ricordiamo:

1) La descrizione di 20 specie algali nuove per la scienza e la segnalazione di numerose specie nuove per il Mediterraneo.

2) L'inquadramento fitosociologico del manto vegetale del Mediterraneo in 82 sintaxa: 5 classi, 9 ordini, 11 alleanze, 50 associazioni e 7 subassociazioni. Lo studio più recente riguarda la biodiversità e la struttura dei prati a Caulerpe, che stanno cambiando il paesaggio vegetale del Mediterraneo.

3) Revisione critica della lista delle specie vegetali bentoniche (n. 1329 taxa) del Mediterraneo: 50 Alghe azzurre, 795 Alghe rosse, 265 Alghe brune, 214 Alghe verdi e 5 Angiosperme. Quasi tutte queste specie sono conservate con esemplari essiccati, in glicerina e/o in umido in un Erbario ordinato con criteri informatici. Chiavi di determinazione, iconografia ed una raccolta di foto in natura ed al microscopio completano le facilitazioni per lo studio della biodiversità algale del

Mediterraneo. Queste facilitazioni richiamano la presenza di ricercatori e di studenti di molti paesi mediterranei.

4) Per quanto concerne lo sviluppo economico della fascia costiera sostenibile dai popolamenti vegetali sommersi, si sono elaborati schemi operativi di Valutazione di Impatto Ambientale con operatori subacquei.

5) Per la promozione e la diffusione della conoscenza della biodiversità vegetale il Laboratorio di Algologia ospita la Delegazione Catanese dell'Associazione ambientalista Marevivo, che diffonde con cicli di conferenze e di escursioni guidate la cultura della Biologia Marina nelle scuole, nei circoli culturali e subacquei della Sicilia orientale. Sono in fase di ultimazione programmi per la diffusione in Internet nella conoscenza sulle associazioni vegetali e sugli elementi più comuni della flora algale del Mediterraneo. Paolo Notarbartolo di Sciarra ci ha chiamati ad assisterlo scientificamente nella realizzazione di alcuni tra i suoi magnifici documentari marini.

6) Allo scopo di incrementare lo sfruttamento economico delle risorse vegetali marine è attiva in Laboratorio una linea di ricerca sulla coltivazione di alghe utili nell'alimentazione e nell'industria ed un'altra sui biosaggi algali finalizzata al controllo delle acque adibite alla balneazione e alla maricoltura. Infine è stata attivata anche una ricerca sui biodeteriogeni algali che deturpano le opere d'arte anche in funzione della loro salvaguardia e degli interventi di restauro.

Conclusione

A conclusione di questo mio intervento, illustri accademici e cari concittadini di Ustica, voglio parteciparvi alcune mie riflessioni sul fenomeno della biodiversità e della sua evoluzione, che interessano anche la sfera metafisica e spirituale.

L'uomo è l'unica specie vivente sul Pianeta dotata di energia

di riflessione e pertanto, come sostiene anche il grande antropologo Teilhard de Chardin, è capace di controllare la sua evoluzione culturale-biologica e di chiedersi il perché dei suoi processi evolutivi di ominazione, di umanizzazione e di civilizzazione, oltre ad indagare sui processi degli altri viventi e sul divenire della materia e dell'energia dell'Universo. Partecipando qualche settimana fa ad una Messa, nella Preghiera dei fedeli il Sacerdote invitava a pregare per gli uomini di scienza perché fossero aiutati da Dio a svelare agli uomini il progetto della creazione. Non avevo mai capito fino ad allora che tra i miei compiti di scienziato ci fosse anche questo. Ma riflettendo al modo come imposto il mio insegnamento universitario, mi accorgo che non faccio altro che spiegare il progetto evolutivo della biodiversità e del flusso di energia che la sostiene. Ma a pensarci bene se c'è una evidenza scientifica dell'esistenza di modelli progettuali con funzionamento cibernetico, si deve facilmente risalire al Progettista che "veste i gigli dei campi" di colori che superano nella composizione la fantasia degli stilisti più bravi e provvede a nutrire gli uccelli dell'aria e i pesci del mare e dà alle alghe una miriade di pigmenti antenna (i colori) per catturare l'energia del sole ed alimentare le reti trofiche degli oceani. Nel montare il documentario sulle Pelage, insieme a Paolo Notarbartolo, davanti ad uno spettacolo straordinario di biodiversità planctonica, abbiamo concluso che le parole che meglio esprimevano il nostro stupore affascinato, erano i versetti della Genesi, che descrivono nella Bibbia nel quinto giorno della creazione il brulichio della vita, cioè la biodiversità nelle acque del Mare. L'attrazione che genera il fascino della biodiversità in natura è forse nostalgia del Giardino di Eden, dove l'uomo apprese, passeggiando e forse nuotando con Dio, a conoscere la biodiversità del Pianeta Terra. Oggi la ricerca

antropologica ci dice che la specie umana è emersa dalle mani di Dio-Evolutore, come lo chiama Teilhard de Chardin, tra il Kenia e l'Uganda tra 70.000 e 30.000 anni fa. Lo spettacolo di biodiversità che ancora oggi si può ammirare a terra e a mare in questa regione dell'Africa, ha dato forse l'imprinting alla nostra specie, che preferisce vivere in condizioni ottimali in luoghi dotati di alta biodiversità. Mi piace pensare ad Ustica, ai suoi tesori spettacolari di biodiversità del Secchitello e del Banco Apollo, ripresi anche nel documentario di Notarbartolo su Ustica, come ad un angolo del Giardino di Eden in Mediterraneo, preparato dall'Eterno Padre Evolutore per noi. Questo spiega perché si è costituita ad Ustica la riserva marina, per custodire e tramandare alle generazioni future i tesori della sua biodiversità.

Dr. Lucio Messina

Il ritardo nell'arrivo da Napoli del Presidente Prof. Pallotta, mi impone di dire due parole di chiosa su una relazione così brillante sul piano scientifico conclusa su un piano spirituale molto bello. Io credo che Pino Giaccone abbia centrato come sempre l'obiettivo che noi ci prefiggiamo. Sappiamo che lui è stato uno dei primi cultori della ricerca scientifica subacquea e questo ne fa anche un testimone del suo progresso. L'aver iniziato trent'anni fa questa attività, che è proliferata rapidamente, ha portato lo studio della biologia marina al livello della biologia terrestre. Grazie Pino.

Prof.ssa Denise Bellan-Santini
Centre d'Océanologie de Marseille,
Station Marine d'Endoume, France

La recherche scientifique subaquatique dans les études environnementales

1. L'utilisation des diverses techniques subaquatiques dans la recherche en biologie et écologie marines

La recherche scientifique subaquatique avec ses divers aspects techniques, y compris les submersibles et les engins télé-guidés a apporté dans les recherches en biologie et écologie marines non seulement une approche nouvelle mais aussi une qualité d'investigation sans comparaison avec les techniques en aveugle pratiquées auparavant.

L'observation s'est tout d'abord étendue à des milieux inaccessibles auparavant, tombants rocheux, porches, grottes. Les techniques de plongée ont permis d'observer en place les organismes, leur agencement, leur comportement ainsi que l'évolution des peuplements et des communautés qu'ils constituent.

Les techniques de prélèvement en plongée sont précises, ponctuelles, la destruction des peuplements peut-être limitée, voire nulle. Le gain vaut à la fois pour le milieu qui n'est que fort peu perturbé mais aussi pour la recherche qui gagne en précision.

Certaines mesures du milieu dans des conditions difficiles

(milieu agité), des zones particulières (cavités), en des points précis (sous strate d'algues) ne sont possibles qu'en utilisant la plongée. Il en est de même pour les expérimentations dans le milieu (mise en place de substrats vierges, marquage d'espèces sessiles, transplantation...). En ce qui concerne les procédures de recensement et de comptage *in situ*, elles sont possibles soit directement par des plongeurs, soit à l'aide d'engins submersibles mis en place ou manipulés.

2. Les études environnementales

Pour protéger, aménager et gérer les fonds marins il est fait appel aux techniques de la recherche scientifique pratiquées en biologie et en écologie marines.

2.1. Définition des unités écologiques ou physiologiques

Il est important, si l'on souhaite effectuer une gestion associée à un développement durable de la mer de bien la connaître. Cette connaissance doit répondre à différentes approches:

- recherche fondamentale
- recherche de développement
- recherche d'exploitation

En ce qui concerne les études environnementales, ce sont plutôt les deux dernières approches s'appuyant sur la première qui sont concernées.

La définition des unités écologiques se fait par la reconnaissance des caractéristiques essentielles : espèces phares, pilotes, cibles, déterminantes, caractéristiques de peuplements qui ont été définies au cours des recherches fondamentales et qui correspondent aux déterminants et aux structurants des paysages sous-marins.

Ce travail de définition et de délimitation des unités écologiques ou physiologiques peut se faire à l'aide des techniques aveugles mais le plongeur est irremplaçable pour diverses raisons. D'une part il est nécessaire d'éliminer les techniques destructives et de les remplacer par des techniques d'observation et de mesu-

res conservatives et d'autre part, il est important d'accroître la précision pour resserre la maille de surveillance et atteindre ainsi un niveau maximum d'efficacité de la protection..

2.2 Cartographie

Les techniques de cartographie ont considérablement évolué (satellites, sondeurs multifaisceaux) mais la plongée est encore irremplaçable :

- dès que la profondeur excède quelques mètres,
- dans les zones difficilement accessibles ou d'interprétation complexe (substrats durs, herbier sur roche...),
- pour l'interprétation de certaines données de terrain,
- pour les zones limites.

De toute façon, lorsque des cartes ont été réalisées en utilisant des techniques aériennes ou satellitaires, il est fréquent qu'une vérification terrain soit nécessaire et celle-ci ne peut se faire valablement qu'à l'aide de techniques subaquatiques.

2.3. Suivi

L'évolution dans le temps des unités écologiques ou physiologiques ainsi que des stocks met en jeu deux types d'observation:

- l'état des organismes ou des peuplements,
- le nombre ou les surfaces.

L'état (nécroses, taille...) ne peut être estimé qu' *in situ et de visu* ou à l'aide de photographies. Le nombre ou les surfaces peuvent faire l'objet d'investigations en aveugle avec les mêmes inconvénients et conséquences que lors des prélèvements. Le travail *de visu* permet des relevés non destructifs mais surtout, par la multiplication des observations, il permet de mettre en évidence des variations mineures.

3. Applications directes

Pour illustrer notre propos nous prendrons deux exemples de recherche environnementales parmi d'autres mais que nous pratiquons couramment et qui sont d'actualité.

3.1. Zonage en vue de la gestion littorale

Il existe plusieurs programmes nationaux et internationaux de mise en place d'un zonage du territoire avec une partie marine (Bioitaly, ZNIEFF pour la France, Biomar pour la Grande Bretagne et l'Irlande, Natura 2000 pour l'Union Européenne) qui permettront de caractériser des zones d'intérêt écologique, de protections diverses, voire des réserves afin de leur appliquer différents modes de gestion conservatoire.

Dans le domaine marin littoral la plus grande partie de ce zonage provient d'études fondamentales ou de développement ayant caractérisé en plongée des zones fragiles ou intéressantes (herbier de posidonies, coralligène, grottes sous-marines). Le plus souvent, les bordereaux référenciant ces unités de peuplement ou de paysage comportent des données sur leurs limites, la caractérisation des composantes (espèces), leur état, leur nombre, les surfaces occupées. Toutes données que l'on ne peut acquérir qu'en plongée.

La précision de ces données est garante de la qualité de la future gestion. Les améliorations, ou les altérations du milieu et des organismes seront caractérisées en comparant les données au cours du temps et étayeront les mesures publiques (administratives, économiques) qui seront appliquées dans les zones concernées.

3.2. Recensement des stocks:

Le recensement des stocks en vue de leur exploitation et de leur gestion relève généralement du domaine de la gestion des pêches et des organismes qui s'en occupent. Ceux-ci s'intéressent essentiellement à l'aspect rendement de pêche.

En ce qui concerne le recensement des stocks des espèces sessiles (corail), sédentaires (langoustes), celui-ci se fait plutôt par des observations en plongée.

Les recensements au niveau des zones protégées (parcs, réserves) ou gérées (récifs artificiels) ne peuvent se faire qu'à

l'aide de méthodes non agressives sans destruction ni dérangement, donc à l'aide des techniques utilisées en plongée, elles concernent le recensement du peuplement ichtyologique dans les réserves ou les récifs artificiels, le suivi des stocks de repeuplement dans les réserves ou les récif...

Ces techniques normalisées et discutées (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) sont maintenant couramment utilisées. Elles ont conduit à des applications multiples concernant:

- le suivi quantitatif et l'étude de l'éthologie des espèces intéressantes en utilisant simultanément le marquage, l'observation et le comptage;
- la mise en évidence et les modalités de l'effet réserve;
- les comparaisons entre sites différents soumis à des efforts sélectifs de pêche ou ayant subi différents types d'aménagement.

Les limites de cette technique sont celles de la plongée elle-même: turbidité des eaux, durée de l'immersion, auxquelles s'ajoutent les contraintes propres aux méthodes de travail telle que la nécessaire intercalibration des observateurs.

4. Conclusion

Les recherches environnementales se sont jusqu'à présent surtout développées en milieu terrestre. Le retard en milieu marin provient en partie du statut juridique propre aux zones marines. Actuellement, on assiste à une multiplication des programmes de gestion de la zone côtière et à un intérêt croissant pour une gestion durable du milieu marin. Jusqu'à présent, seule la qualité des eaux à partir d'études chimiques faisait l'objet d'un suivi et d'une gestion par les autorités sanitaires de certains pays.

La gestion de l'environnement marin est actuellement en plein développement et s'appuie pour une grande part sur les techniques subaquatiques, depuis la reconnaissance, la délimitation, la surveillance, jusqu'au suivi et aux mesures nécessai-

res aux prises de décisions administratives. C'est pour l'avenir une source non négligeable d'emplois qui ira de pair avec le développement des parcs et réserves sous-marins ainsi que des zones soumises à divers modes de gestion conservative.

Référence bibliographique

HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALUIER R., DUCLERC R., LASSERRE G. (1985) – *Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. Revue d'Ecologie (Terre Vie) 40 : 467-539*

Il Dr. Lucio Messina ringrazia la Prof.ssa Denise Bellan e saluta l'arrivo del Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente, che prenderà la presidenza della tavola rotonda, del Prof. Italo Di Geronimo, del Dr. Paolo Notarbartolo di Sciara e del Dr. Piero Pruneti.

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

*Presidente dell'Accademia Internazionale
di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica*

Saluto

Saluto gli Accademici e tutti coloro che hanno ritenuto di accettare il nostro invito ad Ustica per discutere nella tradizionale tavola rotonda che l'Accademia organizza in ogni Rassegna. Un particolare benvenuto va ai nuovi Tridenti.

Appena arrivato ho letto la relazione del Prof. Giaccone che mi ha dato l'opportunità di riflettere sulla biodiversità, che lui descrive, nel mare, come un tentativo di ritorno all'Eden. È un giudizio romantico, auspicante il ritorno all'equilibrio primordiale, ma esprime tutto l'amore che lui e tutti noi abbiamo per il mare. Assieme alla biodiversità, dovremo imparare a vivere con le diversità mediterranee che sono la nostra ricchezza nel campo culturale, nel campo antropologico, nel campo del folklore, nel campo della scienza. Diversità che ha fatto e fa del Mediterraneo la culla della civiltà mondiale. È un bacino dove si confrontano ancora civiltà, culture, religioni e razze, unite dalle stesse sembianze al di là del colore della pelle, ma certamente divise da secoli di differente educazione. Se noi riusciremo a convivere in tali diversità, come il mare vince le diversità in un equilibrio che ritrova faticosamente ma costantemente in se stesso, allora avremo una pace veramente stabile, pur nella

sua dialettica. La pace non è l'appagamento del desiderio di uniformità o il parlare un'unica lingua; la pace è invece equilibrio e tolleranza dialettica nella diversità.

Scusate questa breve riflessione che ho voluto fare per manifestare la mia aderenza a quanto ha detto Pino Giaccone, che costituisce un giusto viatico per il lavoro che abbiamo iniziato. Voglio ringraziare gli amici francesi che sono sempre presenti alle nostre riunioni dando una continuità ideale e operativa al loro lavoro nell'Accademia. Ci auguriamo che il nuovo accademico che arricchisce questa sera il gruppo francese sia all'altezza di chi l'ha preceduto, ma di ciò siamo sicuri. I lavori continuano con la relazione del Prof. Gerard Bellan.

Prof. Gerard Bellan
Centre d'Océanologie de Marseille,
Station Marine d'Endoume, France

La contribution de la recherche scientifique subaquatique à l'étude des perturbations du milieu marin

Cette communication se limitera à l'évocation de la contribution directe de l'Homme dans l'étude des problèmes relatifs à la pollution marine.

Cette contribution peut se faire de deux manières :

– soit l'homme observe et agit par lui même dans le milieu marin pollué, c'est à dire en apnée ou en plongée en scaphandre autonome;

– soit il observe et agit par l'intermédiaire d'engins, qu'ils soient téléguidés (ROV) depuis une embarcation à laquelle il sont reliés par un ombilic ou qu'ils aient, par nature, la possibilité d'évoluer sous l'eau, pilotés par un homme et d'embarquer un plusieurs observateurs (soucoupes plongeantes, sous marins d'observations, etc.).

Intervention directe de l'homme

L'étude des milieux marins pollués n'a véritablement commencé que dans les années 1950, même si, il y a plus d'un siècle, Marion (1883) avait signalé “l'impureté des eaux du Vieux Port de Marseille”.

Ces études avaient été effectuées “à l'aveugle” avec des ben-nes, des dragues ou d'autres engins de récolte. Ce type de collecte se perpétue encore de nos jours, notamment sur les substrats meubles. La raison essentielle tient à ce que ces récoltes se font entre quelques mètres et quelques dizaines de mètres de profondeur, dans des milieux où règnent une très faible luminosité et où la surface du sédiment est particulièrement fluide (présence d'un néphéloïde). En fait les techniques utilisées dans les milieux sédimentaires pollués ne sont guère différentes. Tout au plus peut-on signaler que des prélèvements avec des “suceuses” ont été réalisés vers le milieu des années 1960, par des plongeurs autonomes. On notera néanmoins avec intérêt que des prélèvements de méiofaune benthique en scaphandre autonome par Keller (1984), ont été réalisés le long d'une radiale débutée au pied même du point d'arrivée de l'émissaire des eaux usées de la ville de Marseille, dans l'anse de Cortiou. Globalement, ces auteurs ont reconnu une distribution de la méiofaune benthique calquée sur celle de la macrofaune mise en évidence par Bellan (1967), mais ils ont pu mettre en évidence un peuplement original de nématodes dans la zone de pollution maximale, dépourvue de macrofaune selon Bellan (1967). Ces nématodes sont, en fait, pour l'essentiel des formes d'eaux douces ou d'égouts urbains, apportées par les eaux usées, susceptibles de survivre, sinon de se développer dans un secteur marin, à salinité affaiblie, mais soumis à une très forte pollution.

Il est bien évident que pour étudier les peuplements établis sur substrats solides, que ce soit en milieu naturel (platiers rocheux, falaises, secs, etc.), en milieu portuaire ou plus généralement artificiel (quais, jetés, pannes, digues, etc.), le travail “à l'aveugle” n'est guère efficace. L'utilisation de grappins, de Croix de Saint André tient davantage de l'art des anciens corailleurs que du scientifique moderne.

Il en est résulté, et il en résulte encore de nos jours, un retard certain dans nos connaissances sur les actions de la pollution sur les peuplements établis sur substrats solides, en milieu pollué par rapport à leurs équivalents sur substrat meuble. Cette constatation ne se limite pas à l'étude des peuplements mais est valable pour tous les types d'investigations scientifiques et techniques.

À cela, il y a deux raisons essentielles:

– le peu d'appétence, bien compréhensible, des scientifiques (et pas seulement eux!) à se mettre à l'eau dans des milieux pollués, effectivement peu engageants;

– les risques que de tels milieux peuvent causer à leur santé. Cet aspect du problème n'est nullement théorique et doit être pris en compte. Par exemple, de nombreux plongeurs de la Station marine d'Endoume, ont eu à souffrir de dermatoses, d'otites voire même d'hépatites dont on peut raisonnablement penser qu'elles ont été contractées lors de telles plongées.

Il en est résulté que les premiers travaux scientifiques significatifs sur substrats solides n'ont débuté qu'avec une dizaine d'années de retard sur ceux réalisés sur substrats meubles. Il est évident que la banalisation du scaphandre autonome a joué un rôle notable en l'occurrence.

Sans chercher, spécialement à faire oeuvre d'historien des sciences, il apparaît que le premier homme s'étant spécialisé dans l'étude des peuplements établis sur substrat solide dans les milieux pollués aurait été une femme. Il s'agit de travaux de bionomie benthique effectués sur les fonds rocheux superficiels, entre 0 et 5 m, dans la baie de Marseille. Les récoltes ayant servi de base à ces recherches (Bellan-Santini, 1962) ont été réalisées, à partir de 1960, soit en apnée, soit en scaphandre autonome. Compte tenu des problèmes pratiques rencontrés, liés notamment à l'hydrodynamisme particulier des niveaux superficiels (ressac), il avait fallu concevoir un attirail particulier

comprenant un détendeur buccal qui venait d'être mis au point et une petite bouteille de volume très réduit (3 litres) mais suffisant pour que le plongeur puisse demeurer immergé pendant un laps de temps compatible avec les exigences des prélèvements.

En définitive, ce type de recherche s'est poursuivi et développé. Il suffira de rappeler les travaux de Golubic (1968) à Rovigno d'Istria et de Giaccone et de ses collaborateurs à Palerme (Giaccone, 1965; De Leo et Giaccone, 1964), dans les golfes de Naples et de Trieste (Gamulin-Brida, Giaccone et Golubic, 1967). Il faut toutefois admettre que l'étude des secteurs les plus pollués a toujours été ralentie. A titre d'exemple, si l'étude du Vieux Port de Marseille a pu être réalisée à la fin des années 1960 (Leung Tack, 1971) au prix de multiples difficultés physiques et de quelques anicroches au plan médical, si la cartographie des peuplements dans le secteur du débouché en mer, dans la calanque de Cortiou, de l'émissaire d'eaux usées de la ville de Marseille, avait débuté dans les années 60 (Bellan-Santini, 1966, 1969), il a fallu attendre le début des années 1970 et la possibilité par des non-professionnels d'utiliser, par des "volumes constants", évitant au maximum le contact du plongeur avec le milieu, pour que des recherches soient réalisées dans les milieux les plus pollués. On citera, à ce propos, les travaux de Belsher (1974) sur les peuplements algaux tout à fait superficiels de la calanque de Cortiou et ceux de Leung Tack (1975) sur les peuplements rocheux plus profonds du secteur de Cortiou.

Toutefois, les problèmes techniques inhérents à l'utilisation de tels systèmes, essentiellement lorsqu'il s'agit d'effectuer des prélèvements dans un milieu hostile, les risques non négligeables de déchirure de l'habit, etc., ont limité singulièrement l'utilisation de ces volumes constants.

La mise au point, il y a quelques années de combinaisons vraiment étanches, ne gênant nullement les mouvements des plongeurs a singulièrement réduit les problèmes pratiques posés

par l'utilisation des "volumes constants" tout en minimisant, sans les occulter complètement les risques pris par les plongeurs à l'égard de leur santé. A tel point, que des expériences sur la croissance des spongiaires ont été entreprises dans le secteur de Cortiou, riche en apports organiques intéressants pour la culture des éponges commerciales (Verdenal, 1986).

Il se développe, actuellement, un certain nombre de sociétés de service, utilisant la plongée en scaphandre autonome et participant au nettoyage des enceintes portuaires et des plans d'eau à vocation récréationnelle. Bien que l'on puisse considérer que ce genre d'activités tient davantage de la problématique de l'environnement que de la science, il ne nous paraît pas inutile d'en traiter. On peut, en effet, considérer que ce genre d'activités, bien conduites, peut facilement conduire à des observations à caractère scientifique directement utilisables. Elles permettent de constater l'état de pollution et de dégradation physique des milieux et notamment des fonds, dégradation qui a nécessairement des répercussions au niveau de la flore et de la faune qui colonisent ces substrats artificiels, mais aussi parce que ces derniers peuvent, par altération progressive, conduire à l'introduction dommageable de substances toxiques dans le milieu. Ce genre d'observations sera repris, sur une plus grande échelle dans le chapitre suivant. En tout état de cause, le type d'actions envisagées au début de ce paragraphe fait indiscutablement partie des actions de prévention et de lutte directe contre la pollution du milieu marin. C'est une des composantes, a posteriori, des campagnes internationales regroupées sous le slogan "Don't litter our Seas!".

Interventions indirectes

Interventions d'engins téléguidés

Un moyen particulièrement innovant d'observation des

milieux marins perturbés s'est développé il y a une vingtaine d'années. Il s'agit d'engins téléguidés depuis une embarcation. Ces engins, généralement appelés ROV (Remote Observation Vehicule) permettent de visualiser directement, depuis la surface, des lieux extrêmement pollués. Actuellement, ces engins peuvent être extrêmement performants. En eux mêmes, mais surtout en raison des qualités manoeuvrières de celui qui les pilote par le biais d'un ombilic. Ils permettent d'étudier en détail des superficies très réduites tout autant que de cartographier des superficies notables. Bien entendu, ils n'ont pas été mis au point pour étudier des phénomènes en rapport avec la pollution. Un ROV ("Achille") de la Comex de Marseille a été utilisé pour cartographier sommairement les fonds jusqu'à une profondeur de 70 m, de part et d'autre du débouché en mer de l'émissaire d'eaux usées de Marseille. Plusieurs heures de vidéo sous marines ont été ainsi réalisées.

Les engins habités

Ils permettent une vision directe du milieu par les observateurs embarqués. Ceux ci peuvent filmer et photographier exactement ce qu'ils souhaitent. Ils permettent aussi d'échantillonner le sédiment et des organismes vivants pour les examiner à terre ou de mouiller et relever des engins de récoltes passifs et des appareils de mesure. Ces engins sont donc extraordinairement performant jusqu'à des profondeurs de plusieurs milliers de mètres. Ils ont été utilisées en décembre 1996, lors une campagne IFREMER, dirigée par le Dr Galgani et à laquelle j'ai pu participer, en Méditerranée, dans les régions de Nice et canyon du Var et de Marseille (secteur de Cortiou, baie de Marseille, canyons au large de Marseille). On a ainsi pu mettre en évidence des accumulations notables de débris de grande taille dans des secteurs courantologiquement privilégiés: par exemple des dizaines de bouteilles de plastiques vides réparties sur quelques mètres carrés, ainsi que bien d'autres débris ailleurs. Les ani-

maux utilisent ces débris. Dans les canyons, congres et poulpes se réfugient dans ces amas de bouteilles en plastique, tandis que dans des niveaux plus superficiels, des oursins se garnissent de feuilles de plastique.

Un seul obstacle: le coût très élevé de telles observations qui, de surcroît, exigent des navires porteurs de taille importante (plus de 70 m de long pour la Cyana).

Néanmoins, l'IFREMER entend poursuivre ce genre de Campagne d'exploration sur les côtes françaises continentales et de Corse.

Éléments de bibliographie

- BELLAN G., 1967a. *Pollution et peuplements benthiques sur substrats meubles dans la région de Marseille. Première partie. Le secteur de Cortiou*. Rev. Intern. Océanogr. méd., **6**(7), 53-87.
- BELLAN-SANTINI D., 1962. *Études floristiques et faunistiques de quelques peuplements infralittoraux de substrat rocheux*. Rec. Trav. St. mar. End., **26**: 237
- BELLAN-SANTINI D., 1966. *Influence des eaux polluées sur la flore et la faune marines benthiques dans la région marseillaise*. Sc. Techn. municip., **61**: 285-290.
- BELLAN-SANTINI D., 1969. *Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Étude qualitative et quantitative de la frange supérieure)*. Rec. Trav. St. mar. End., **63** (Bull. 47): 5-294.
- BELSHER T., 1975. *Présence d'un peuplement macrophytobenthique dense au débouché en mer de l'égoût de Cortiou (région de Marseille, France)*. Rapp. Comm. Intern. Mer Méditer. **23**(2): 91-92
- BITAR G., 1982. *Influence d'un grand émissaire urbain sur la distribution du zoo-benthos de substrat dur dans la région de Marseille (Méditerranée nord-occidentale)*. Téthys, **10** (3): 200-210.
- GAMULIN-BRIDA H., G. GIACCONE et S. GOLUBIC. *Contribution aux études des biocénoses subtidales*. Helgol. wiss. Meeresunters, **15**: 429-444.
- GALGANI F., A. SOUPLLET et Y. CADIOU, 1996. *Accumulation of débris on the deep sea floor off the french mediterranean coast*. Mar Ecol., Progress Series, **142**(1-3): 225-233
- GIACCONE G., 1965. *Le fitocenosi marine nel settore rosso di capo Zafferano (Palermo)*. Lav. R. Ist. bot. Palermo, **22**: 1-69.
- LEO A. De et G. GIACCONE, 1964. *Flora e vegetazione algale del Golfo di Palermo*. Lav. R. Ist. bot. Palermo, **21**: 89-120.

- GOLUBIC S., 1967. *Die Verteilung der Algenvegetation in der Umgebung von Rovinj (Istrien) unter der Einfluss häuslicher und industrieller Abwässer.* Wässer und Abwässer-Forschung, **3**: 87-95.
- KELLER M., 1984. *Effets du déversement en mer du grand collecteur de l'agglomération marseillaise sur les populations méiobenthiques.* C.R. Acad. Sc. Paris, **299**, série III, n°19 :765-768.
- LEUNG TACK KIT D., 1971 (1972). *Étude du milieu pollué : le Vieux Port de Marseille. Influence des conditions physiques et chimiques sur la physionomie du peuplement de quai.* Téthys, **3**(4): 767-826
- LEUNG TACK KIT D., 1975. *Étude de la faune marine de substrat rocheux dans une zone de rejet des eaux résiduaires de la ville de Marseille.* Téthys, **7**(2-3): 191-212.
- MARION A.F., 1883. *Esquisse d'une topographie zoologique du Golfe de Marseille.* Ann. Mus. Hist. Nat., Marseille, **1**, 1-300.
- VERDENAL B., 1986. *Spongiculture en Méditerranée nord-occidentale: aspects culturaux, molysmologiques et économiques.* Thèse Doct. en Océanologie, Université Aix-Marseille, Science, 191 pp.

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

È sempre un piacere sentire l'amico Bellan che ci parla delle sue realizzazioni e dei suoi studi. La rivista che lui ha fondato sulla ricerca scientifica in campo ecologico è veramente unica nel Mediterraneo, ed è un punto di riferimento molto importante. D'altra parte avete sentito e apprezzato il grande numero di notizie che ci ha dato e come si è passati, nel tempo, dall'attività subacquea primitiva a una attività subacquea protetta per salvare i sommozzatori dalle varie infezioni cui potevano andare incontro nel mare inquinato. Bellan, oltre ad un francese qualche volta estremamente rapido per la nostra capacità di traduzione, unisce la serietà e caparbietà bretona con la bonomia, l'ironia e l'umorismo provenzale, è quindi veramente un piacere sentirlo. Ha la parola il Dr. Giuseppe Notarbartolo di Sciara, Presidente dell'Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare, che ci parlerà delle attività subacquee come supporto alle aree marine protette.

Dr. Giuseppe Notarbartolo di Sciara
*Presidente dell'ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca
Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare*

Le attività subacquee come supporto alle aree marine protette

Prima di parlare dell'attività subacquea come supporto alle aree marine protette, vorrei ringraziare innanzitutto l'Accademia per avermi invitato qui ad Ustica, il Comune di Ustica di cui sono cittadino onorario, il Sig. Sindaco, la Riserva marina di Ustica e tutto l'entourage organizzativo che fa di questo posto un insieme veramente speciale; è sempre un grande piacere venire qui fra degli amici.

L'argomento che voglio soltanto brevemente toccare questa sera, e che è stato già in parte affrontato, riguarda, come ha detto il Presidente, l'insieme delle attività subacquee di supporto alla gestione delle aree marine protette. Si tratta di un argomento di crescente importanza in un mondo in cui l'ambiente in generale e quello marino in particolare si sta degradando davanti ai nostri occhi ad una velocità purtroppo avvertibile all'interno di una generazione umana, quindi molto rapidamente, e in Italia in modo particolare. Noi qui siamo in un luogo molto speciale perché sede di un'area marina protetta, come sappiamo, non sulla carta ma di fatto. In Italia di aree marine protette vere e funzionanti ce ne sono per il momento solo due, Ustica e Miramare, straordinarie ed encomiabili se

prese singolarmente, ma purtroppo di portata limitata se teniamo conto dell'intero sviluppo delle coste italiane e della loro eccezionale diversità. Questa considerazione, che nulla vuol togliere alla bellezza e alla grandezza della riserva marina di Ustica, la dice lunga sul fatto che la tutela dell'ambiente marino in Italia ha ancora molta strada da percorrere. Ci sono naturalmente grandi difficoltà di vario ordine nella istituzione delle aree marine protette; io in questa sede voglio affrontare soltanto gli aspetti scientifici perché questo è il tema della tavola rotonda, anche se occorre tener conto della rilevanza degli aspetti politici, istituzionali, socioeconomici – problemi grandissimi e di non facile soluzione.

Le principali difficoltà che si presentano nella creazione di un'area protetta in mare derivano dalla natura nebulosa dei confini dell'ambiente marino. Un'area protetta marina non può essere messa sotto una campana di vetro come si può fare per esempio (anche se mai totalmente) con un'area terrestre. Le aree marine non si possono isolare con barriere, perché non è possibile rinchiudere al loro interno le ricchezze che si vuole proteggere, così come non si può tenerne al di fuori i fattori di degrado che si diffondono nel mare da terra, dall'aria e dal mare stesso. Per proteggere un'area marina, pertanto, più che sugli organismi e sulle strutture, che naturalmente vanno conservate, occorre concentrare gli sforzi sulla tutela dei processi che consentono agli ecosistemi marini di funzionare. Ciò significa, ad esempio, che nel proteggere le aree marine è molto difficile prendere a prestito i criteri che sono stati, ormai da decenni, sviluppati per proteggere le aree terrestri: occorrono nuovi paradigmi, occorre pensare in maniera differente.

L'aspetto che ai fini di questo convegno più ci interessa è quello del monitoraggio. Naturalmente quando si stabilisce un perimetro all'interno del quale si protegge un ambiente, è importante riuscire a capire che cosa succede, quali sono gli

effetti della protezione. E questo è tanto più importante in mare, un mezzo fluido ad alta densità, tridimensionale, in continuo movimento, dove le condizioni cambiano così rapidamente. Il problema del monitoraggio all'interno delle aree marine protette è anche molto delicato perché questo monitoraggio va eseguito in maniera tale da non danneggiare quanto si vuole proteggere; ed è qui che interviene, come è già stato detto con dovizia di particolari dalla Prof.ssa Denise Bellan Santini prima di me, il ruolo del subacqueo. Il subacqueo, tra l'altro, nelle acque in genere poco profonde delle riserve marine comporta modeste spese di esercizio, il che costituisce un notevole vantaggio visti gli scarsi mezzi a disposizione delle riserve marine in genere, e di quelle italiane in particolare. Di qui la necessità e l'opportunità di eseguire il monitoraggio delle aree marine protette mediante persone in mare, e questo naturalmente va di pari passo con il rapido progresso tecnologico in atto, che rende l'uomo in mare sempre più a suo agio, sempre più efficace in un ambiente altrimenti così ostile, e sempre più dotato di strumentazioni sofisticate. Esistono molti esempi di come gli interventi da parte di personale scientifico in immersione abbiano consentito la raccolta di dati rilevanti per la gestione di aree marine protette, come nel caso dei survey visivi per misure di biodiversità in aree marine protette tropicali, dove la biocenosi costiera dominante è quella della barriera corallina, per identificare le zone più importanti da proteggere; oppure il monitoraggio di fenomeni patologici, parassitologici o necrotici a carico delle barriere coralline, quali ad esempio il cosiddetto "sbiancamento" del corallo (*coral bleaching*), la regressione dei fenomeni simbiotici che legano i coralli con le alghe zooxantelle, oppure le esplosioni demografiche di predatori quali la stella marina *Acanthaster*, tutti fenomeni ancora mal compresi tanto nelle loro cause quanto nella loro dinamica.

Un argomento di cui voglio accennare con maggior detta-

glio riguarda i censimenti visivi della fauna ittica. Proprio qui ad Ustica nello scorso mese di giugno è stato organizzato, dalla Riserva Marina e dall'ICRAM, un workshop internazionale sulle tecniche di *Fish Visual Census*. Nel partecipare a questo workshop sono stato colpito dall'interesse che questa iniziativa ha suscitato e dal carattere straordinario di questo evento così diverso dai congressi tradizionali: basti citare il fatto che durante il terzo giorno del workshop tutti i partecipanti si sono immersi nelle acque antistanti la riserva per sperimentare personalmente quanto era stato dibattuto nei primi giorni dello stesso; in quell'occasione venne compiuto un censimento simultaneo di due specie di cernia, *Epinephelus costae* ed *E. marginatus*. Si è pertanto trattato di un evento de tutto speciale che mi fa piacere ricordare in questa occasione.

In particolare, per quanto riguarda l'ittiofauna che vive nelle aree marine protette, andare in acqua a contare i pesci è certo un metodo di ricerca e monitoraggio a impatto assai modesto, e forse l'unico oggi accettabile, certo assai meno invasivo delle pescate a strascico, o peggio ancora dell'uso di sostanze tossiche o di esplosivi, metodi un tempo piuttosto diffusi nei censimenti della fauna ittica.

Naturalmente, come ricordava prima Denise Bellan Santini, esistono dei limiti alle operazioni in mare mediante l'utilizzo di persone, così come esistono problemi di calibrazione tra i vari ricercatori e di confrontabilità tra zone differenti, e tra la possibilità di censire differenti specie e in differenti stagioni. Per esempio, per quanto concerne i dati di biomassa che possono derivare da censimenti visivi di pesci, è essenziale mettere a punto criteri quanto più è possibile obiettivi per la determinazione della lunghezza dei pesci osservati (dato dal quale si può risalire alla massa mediante apposite relazioni matematiche), e qui entra in gioco sia l'abilità e l'esperienza dei ricercatori, sia il rigore con cui si definiscono gli standard di misurazione.

L'utilità dei censimenti visivi ai fini della conservazione non si limita a studi sulla biomassa. Per esempio, si possono compiere studi utilizzando l'osservazione di specie indicatrici, opportunamente scelte, per ottenere indicazioni su cambiamenti anche sottili delle condizioni ambientali – dovuti tanto a cause naturali, quanto all'influenza delle attività umane sull'ambiente – come nel caso della recente diffusione di specie termofile e sub-tropicali in tutto il Mediterraneo. Inoltre, l'osservazione di particolari specie, così come il rilevamento di indici di biodiversità, possono fornire indispensabili indicazioni comparative tra zone adibite a differenti livelli di protezione (ad es. tra zona A e zona B, tra zone sperimentali e zone di controllo, ecc.), e ricavare misure quantitative del cosiddetto “effetto riserva”.

Concludo ricordando l'importanza delle aree marine protette, non soltanto per la loro ovvia primaria finalità, cioè quella di conservare gli ambienti marini e proteggerli dal degrado che piano piano sta snaturando interi oceani, ma anche perché esse costituiscono dei laboratori naturali ideali per verificare ipotesi scientifiche, osservare lo svolgersi di grandi mutamenti globali, sperimentare nuovi modelli di gestione, armonizzare le attività di gestione con quelle di ricerca. Per questi motivi il connubio tra gestione e ricerca nella vita di un'area marina protetta può soltanto rafforzarsi, e da questa considerazione deriva la fondamentale importanza dell'utilizzo del più efficace “strumento” di ricerca oggi disponibile in questo campo: il ricercatore stesso in immersione. Auspicando infine, in perfetta sintonia con quanto prima di me dichiarato dal Sindaco Attilio Licciardi, un sempre più solido legame tra comunità scientifica ed enti gestori delle aree marine protette, non faccio che manifestare in modo concreto uno dei principali obiettivi dell'ICRAM, che è quello di mettere il sapere e il metodo scientifico al servizio della conservazione del mare.

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

Ringrazio l'amico Accademico Giuseppe Notarbartolo di Sciara per le informazioni interessantissime che ci ha dato. Ha ora la parola il Prof. Doumenge, direttore del museo oceanografico del Principato di Monaco, che ci esporrà l'utilizzazione delle cineprese sottomarine fisse ed automatiche per la conoscenza dei siti biologici.

Prof. François Doumenge

Direttore del Museo Oceanografico del Principato di Monaco

**La vie sous-marine observée par caméras fixes au pied du
musée océanographique de Monaco**

Le Musée océanographique de Monaco bénéficie d'une implantation dans un site exceptionnel qui a permis la mise en œuvre d'un système relativement simple permettant de projeter sur grand écran dans une salle de spectacles les images en temps réel des scènes de la vie sous-marine.

Le Musée est, en effet, implanté sur le versant d'une falaise rocheuse abrupte qui plonge très rapidement dans la mer où l'on atteint des profondeurs d'une vingtaine de mètres à environ 100 mètres du rivage et d'une trentaine de mètres à environ 150 mètres.

Ce secteur fortement battu par la houle du large est fréquenté par les espèces pélagiques et présente des conditions tout à fait originales par la dynamique de son peuplement benthique.

Ayant été fortement dégradé par les déversements de matériaux de carrières et de chantiers et surtout par les rejets des déchets d'un abattoir qui a fonctionné de 1914 à 1962, les associations originelles y avaient été profondément altérées et même parfois totalement éliminées (posidonies) par les pollutions. Ce secteur a connu récemment une transformation

se. Par contre, il convient de nettoyer l'objectif de la caméra au moins tous les 10 jours car l'autofocus se bloque dès qu'un voile s'interpose entre l'image. Au total, en 1997, 54 plongées de maintenance ont été exécutées par les équipes spécialisées du Musée pour l'entretien des deux postes de prises de vues (photo 4).

Une autre source de perturbations est venue de l'accoutumance des poulpes à utiliser les appareillages comme des postes de guet et d'affût, ce qui entraîne le dépôt de mucus des tentacules sur le hublot de la caméra bloquant ainsi le système de mise au point automatique. Pour limiter ces inconvénients, une bague de protection a été fixée sur le hublot dont les pointes métalliques acérées sont susceptibles de décourager la reptation des organismes à corps mou tels que les poulpes qui sont attirés par la présence des supports (photos 2 et 3).

III - Les résultats obtenus

Le système conçu et implanté devant le Musée en avril 1993 fonctionne régulièrement depuis 1994.

Les enregistrements comme les visions directes ont très vite montré leur grand intérêt. La vision en temps réel permet de suivre les phénomènes de perturbation météorologique ou d'observer les différences qui se produisent dans l'activité et la répartition des peuplements en fonction d'un décalage de 10 m de profondeur.

Mais ce sont surtout les enregistrements qui sont réalisés automatiquement durant une semaine par mois pendant 5 mn toutes les heures ou 10 mn toutes les deux heures qui offrent un archivage d'une richesse exceptionnelle puisqu'on peut y trouver les exemples caractéristiques des variations saisonnières, aussi bien de la végétation que du peuplement animal. Des scènes tout à fait remarquables ont été obtenues, révélant des aspects encore peu ou mal connus dans les comportements des chasses des pré-

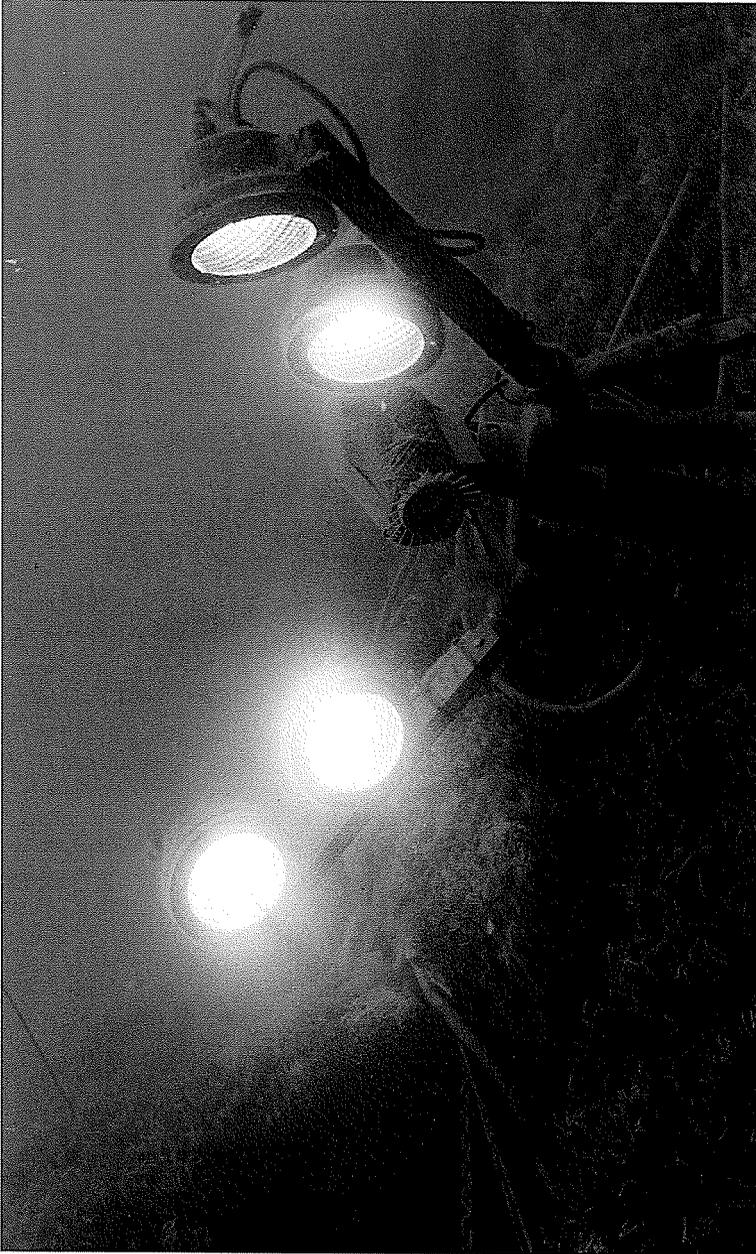


Fig. 1. Caméra et installation de prises de vues à -16 m, en place depuis un an. (photo du 9 mai 1994)

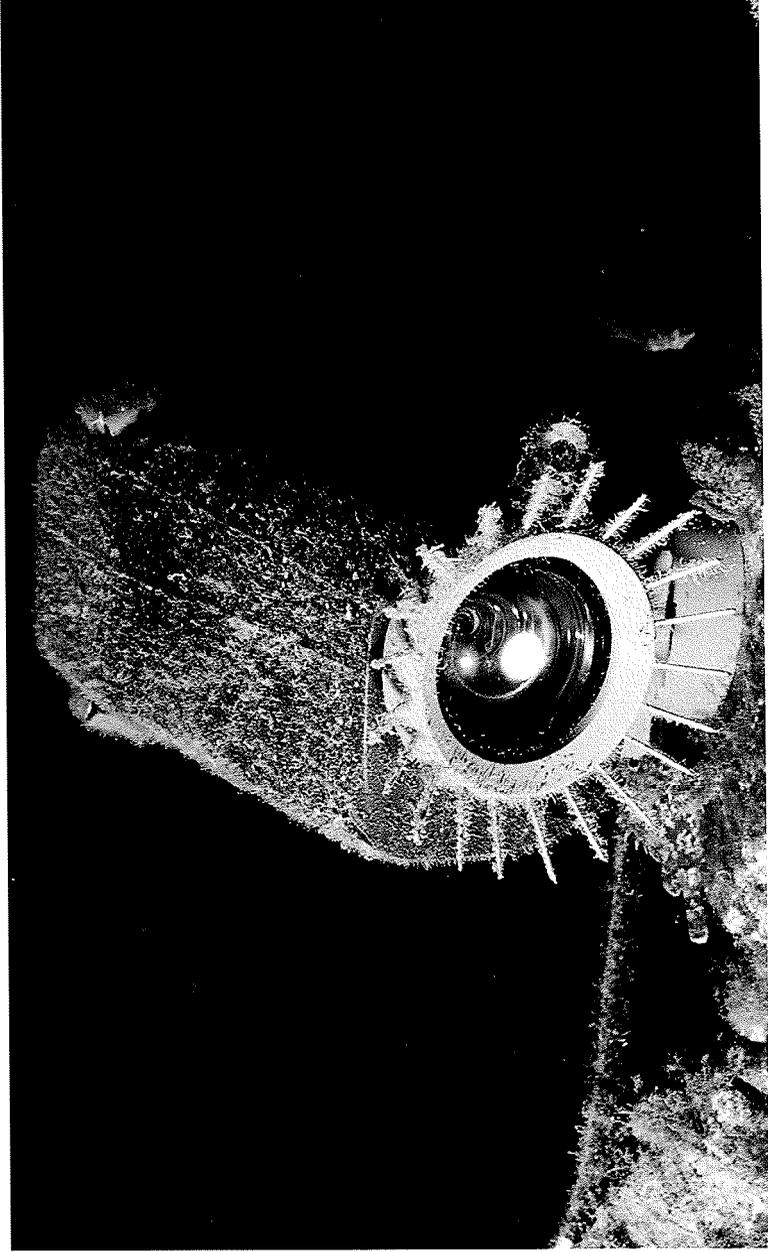


Fig. 2. Caméra à -16 m, fouling de fin d'automne. Notez la présence de poissons utilisant le support de la caméra, en particulier *Scorpena porcus*. (photo du 31 septembre 1994).

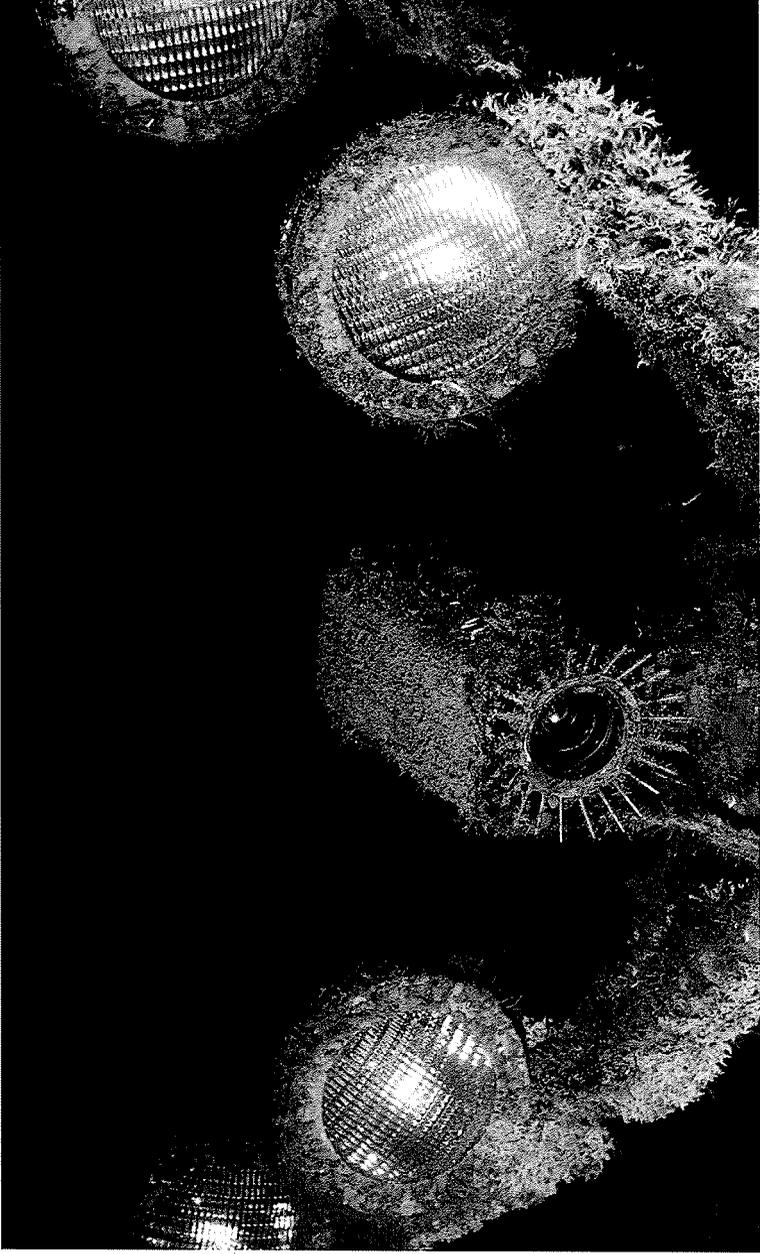


Fig. 3. Caméra à -27 m, fouling d'automne. Notez l'importance des concrétions de bryozoaires. (photo du 28 septembre 1995).

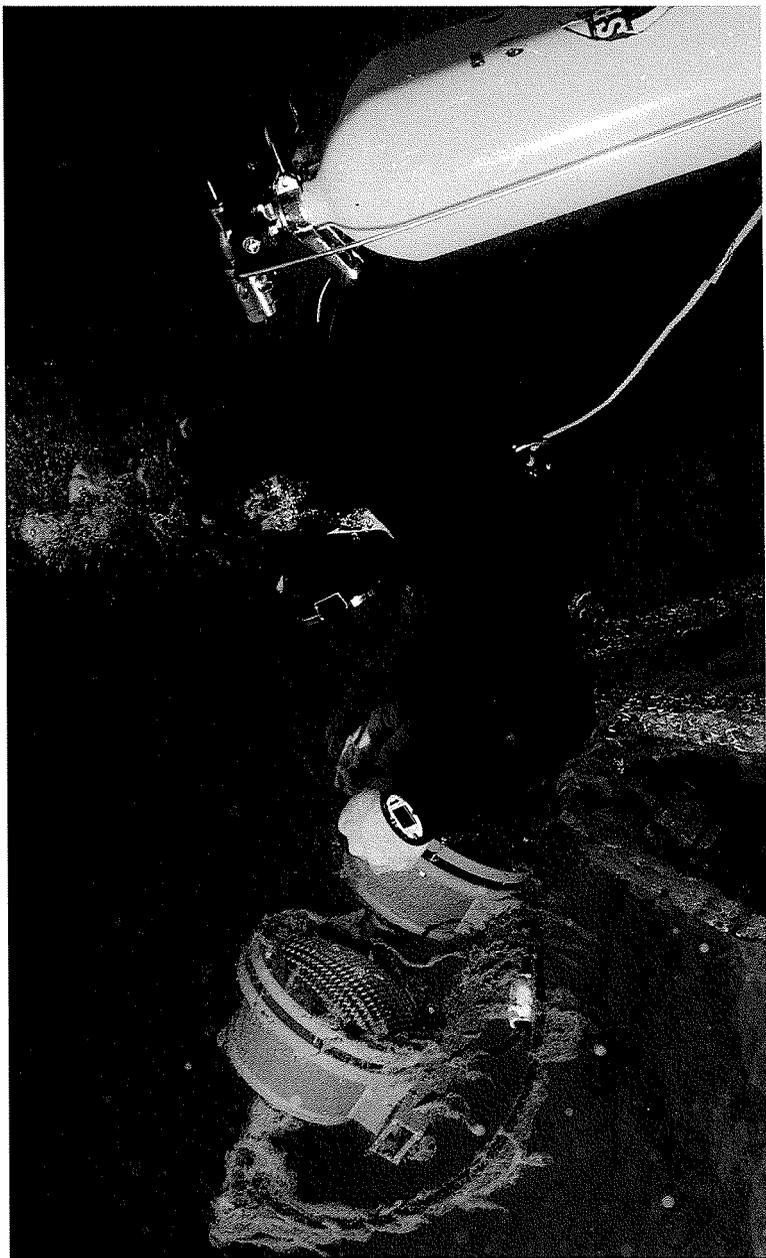


Fig. 4. Nettoyage des installations à -27 m le 12 juillet 1994.

dateurs (poissons et céphalopodes) ou dans les blooms planctoniques (salpes et krill d'euphausiacées au printemps). L'évolution de la taille et de la densité des algues *Caulerpes* a pu être enregistrée mensuellement depuis 1995. Parfois, la prairie algale peut être entièrement revêtue par un manteau floconneux constituant un voile épais de mucilage composé d'algues brunes filamenteuses ectocarpales. Les prises de vues permettent de suivre l'apparition, l'évolution et la disparition du phénomène.

IV - Les coûts

Les investissements restent relativement limités. Suivant les prix de 1995-1997 qui n'ont guère varié, chaque poste d'observation a nécessité l'achat d'une caméra valant environ 10000 F et d'un caisson étanche du même prix. Les câbles coûtent environ 5000 F et les connecteurs étanches environ 6000 F. Les quatre lampes coûtent 115 F pièce, soit 460 F.

Les achats d'équipement pour les deux postes d'observation représentent donc environ 70000 F.

Les ateliers du Musée ont fourni les structures en PVC et la main d'œuvre pour l'ensemble des opérations.

Le coût de la maintenance a été surtout affecté par des incidents survenus dans les premiers temps quand il a été nécessaire de sélectionner les équipements les plus résistants et quand il a fallu tester les capacités d'étanchéité des câbles, des caméras et des boîtiers.

Durant les deux premières années, il a fallu ainsi:

- 4 caméras H18 Sony (car 2 ont été noyées)
- 2 boîtiers d'origine
- 40 lampes (chacune ayant une durée de vie moyenne de 6 mois)
- 10 connecteurs étanches (chacun ayant une vie moyenne de 3 ans)

Finalement, les investissements les plus lourds sont néces-

sités par les moyens d'enregistrement qui exigent deux magnétoscopes.

Par ailleurs, on ne peut visualiser en temps réel que grâce à la disposition d'un équipement dispendieux. A titre indicatif, l'équipement de la salle de projection a nécessité un investissement audiovisuel d'un million de francs.

Conclusion

L'utilisation de caméras vidéo fixes immergées se révèle un instrument pédagogique et d'observation scientifique performant et qui ne pose pas de véritables problèmes techniques si l'on ne dépasse pas une trentaine de mètres de profondeur et pourvu que l'on puisse disposer d'un relais sur un support à moins de 200 m des prises de vue.

L'observation n'est pas perturbée par le voisinage d'une présence humaine et les enregistrements automatiques permettent de suivre de jour comme de nuit, suivant des séquences régulières, l'évolution des phénomènes et les comportements des espèces.

Plus que des exigences financières, une telle opération réclame la disponibilité permanente d'une équipe de plongeurs, techniciens qualifiés, pour des interventions ponctuelles courtes mais fréquentes et impromptues.

En définitive, seuls quelques sites privilégiés paraissent, à l'heure actuelle, susceptibles d'accueillir une telle opération.

2° giornata, 19 Settembre 1997

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

Dopo avere ascoltato le relazioni di ieri pomeriggio, esclusivamente di carattere biologico, quelle di oggi saranno di varie discipline. Inizia il Prof. Italo Di Geronimo che illustrerà l'importanza delle tanatocenosi marine bentoniche.

Prof. Sebastiano Italo Di Geronimo

Ordinario di Paleontologia e Direttore dell'Istituto Policattedra di Oceanologia e Paleoecologia dell'Università di Catania

Importanza delle tanatocenosi marine bentoniche

Io posso fare da *trait d'union* tra le relazioni di contenuto biologico e quelle di contenuto abiologico che sono presentate oggi, per il semplice motivo che l'argomento di cui mi occupo è tipicamente biologico ma è svolto dai geologi invece che essere svolto dai biologi e quindi occupa un'area culturale di transizione tra la biologia e la geologia.

Inizialmente occorre definire le tanatocenosi in modo da poter comprendere meglio le poche, ma spero chiare, nozioni che esporrò. Quando gli organismi che costituiscono un popolamento marino, sia esso bentonico, nectonico o planctonico,

muoiono, se non vengono predati da altri organismi, le loro spoglie restano sul fondo o vanno a finire sul fondo, andando a costituire quella che in geologia viene definita una tanatocenosi, cioè una associazione di morti. Questa tanatocenosi resiste sul fondo per un certo periodo di tempo, in cui parte di questi organismi possono essere predati, parte vengono dispersi, parte successivamente vengono completamente sepolti da sedimenti o da resti di altri organismi che vi vanno a cadere sopra. L'insieme dei resti di organismi sepolti va a costituire una tafocenosi. Successivamente dopo il sollevamento del fondo marino, l'insieme dei resti fossili presenti e visibili in una sezione geologica in affioramento, prende ancora un altro nome: orictocenosi. Questa differenziazione di nomi è giustificata essenzialmente dalla diversità di composizione dal popolamento alla tanatocenosi, alla tafocenosi, all'orictocenosi e comporta un impoverimento successivo dei componenti partendo dal popolamento e finendo nell'orictocenosi. L'impoverimento che è dovuto appunto alla morte, alla predazione, alla dispersione degli elementi e poi a quel complesso di fenomeni che con un termine generale viene definito diagenesi e che cominciano praticamente subito dopo la morte. Durante la diagenesi possono avvenire, e avvengono sicuramente per molti resti scheletrici, fenomeni di dissoluzione e, quindi, di scomparsa totale degli organismi, se non avviene una sostituzione.

Chi fa parte delle tanatocenosi?

Sicuramente, in un primo tempo e da un punto di vista teorico, fanno parte tutti gli organismi di un popolamento, però in effetti fanno parte di una tanatocenosi alla fine solo gli organismi, o hanno possibilità di farne parte, solo gli organismi che possiedono uno scheletro rigido, sia esso interno o esterno in quanto normalmente i tessuti organici si decompongono velocemente e, dopo un po' di tempo scompaiono, se non sono sepolti in condizioni anaerobiche riducenti. Scheletri interni

come quelli di un corallo ad esempio, oppure di un pesce; scheletri esterni come quello di un mollusco bivalve o di un gasteropode o come quello di un granchio.

La possibilità di restare all'interno di una tanatocenosi e la sua durata è data dalla composizione dello scheletro. Non tutti gli scheletri hanno la stessa composizione e alcuni durano di più, mentre altri durano di meno. Ci sono degli scheletri che facilmente possono essere sostituiti da altre sostanze oppure possono andare in soluzione facilmente, ci sono degli scheletri invece che sono stabili e durano moltissimo. La maggior parte degli scheletri sono o di natura aragonitica o di natura calcitica; l'aragonite è un minerale instabile, che facilmente col tempo si trasforma in calcite. Gli scheletri calcitici hanno più possibilità di resistere perché per andare in soluzione richiedono delle condizioni che sono un po' più difficili da verificarsi. Ci sono, ancora, altri scheletri più resistenti che sono costituiti da silice. Diversi organismi, sia alghe che animali hanno uno scheletro siliceo e questo resiste ancora di più, perché per sciogliersi occorrono delle soluzioni circolanti con un pH acido, e quindi più difficili da verificarsi in natura. Ci sono, poi, scheletri fosfatici, come le ossa umane o dei vertebrati in generale, e questi hanno una maggiore possibilità di restare perché è ancora più difficile una loro soluzione. Normalmente, però, gli scheletri fosfatici hanno un qualcosa che facilita la loro dissoluzione perché non sono compatti, sono porosi e la porosità aumenta la superficie di contatto e, quindi, di reazione. Ci sono, infine, gli scheletri chitinosi, che resistono molto meno degli altri. Le gorgonie, per esempio, hanno uno scheletro interno chitinoso che dura poco, però hanno in compenso una base calcificata, e delle minuscole scleriti calcitiche all'interno del loro tessuto, che fossilizzano più facilmente.

L'ultima categoria è quella degli scheletri agglutinati: esistono organismi, sia micro che macroscopici, che si costruiscono una protezione agglutinando altre particelle, quali granuli di

sabbia, spicole, gusci di foraminiferi, conchigliette, frammenti rocciosi o altro con cui costruiscono una parete che li protegge in qualche modo. Questi scheletri sono piuttosto fragili perché il legante dei diversi elementi è costituito da materiale organico di facile dissoluzione. Dopo la morte dell'organismo, normalmente durano pochissimo e poi si disfano, tranne che non vengano sepolti immediatamente.

Se il seppellimento è veloce e, quindi, se l'organismo e il suo scheletro vengono sottratti velocemente ad un qualsiasi agente che possa disturbarli o distruggerli in qualche modo, vi è un'alta possibilità di presenza e durabilità sia nella tanatocenosi che nella successiva tafocenosi.

Quali sono gli organismi che normalmente vengono presi in considerazione nello studio delle tanatocenosi? I molluschi direi sono quelli più diffusi, almeno da un punto di vista macroscopico, seguono i briozoi, i foraminiferi e gli ostracodi tra le microfaune, i coralli, i policheti serpuloidi e gli echinodermi tra le macrofaune. Tra i vegetali marini sono presenti le corallinacee, alghe calcaree che offrono delle ottime possibilità di resistere alla erosione e alla dissoluzione quindi sono molto comuni sia nelle tanatocenosi che è il primo stadio della fossilizzazione in generale, che anche nelle fasi successive.

A che cosa servono le tanatocenosi?

La tanatocenosi è il primo stadio per arrivare a un vero e proprio popolamento fossile e, quindi, serve a comprendere, attraverso le trasformazioni subite nel tempo, la significatività dei paleopopolamenti fossili negli studi geoambientali, paleoecologici e biostratigrafici. Per fossile non si deve intendere, come comunemente avviene, un organismo antico, fossile è semplicemente un organismo che è stato sepolto. Nel momento in cui un organismo viene sepolto si chiama fossile; se poi ha un giorno di tempo o un anno di tempo o cento milioni di anni per un geologo è la stessa cosa, ormai è un fossile perché è

stato sepolto e quindi come tale fa parte già di una categoria diversa da quella dei viventi ed è entrato in una fase di conservazione della materia, è passato dalla sfera biologica alla sfera geologica. I fossili sono utilizzati essenzialmente per studiare la storia della Terra, la storia di quel settore dove sono stati sepolti e, quindi, in questo senso è di estrema importanza capire, per chi studia le tanatocenosi, se i resti degli organismi che costituiscono una tanatocenosi sono resti di organismi che erano vissuti nel posto dove sono oggi sepolti oppure, invece, prima di essere sepolti hanno subito un trasporto. È fondamentale, cioè cercare di distinguere se le tanatocenosi siano tanatocenosi *in situ* e quindi dei veri e propri paleopopolamenti, oppure hanno subito un trasporto *post mortem* e, quindi, vanno a costituire quelle che noi definiamo delle simmigie, cioè dei raggruppamenti meccanici di organismi.

Il primo problema è costituito dalla distinzione tra un paleopopolamento e una simmigia in quanto le simmigie, a causa del trasporto subito, possono raccontare la storia del loro trasporto e del luogo di provenienza e non quella del luogo in cui sono state sepolte e in cui noi le possiamo ritrovare.

Il vero paleopopolamento bentonico è difficile da individuare perché in mare, man mano che si procede per aree sempre più profonde alle tanatocenosi bentoniche cioè costituite da organismi che vivevano sul fondo si sovrappongono i resti degli altri organismi che vivevano nella massa d'acqua sovrastante, man mano che muoiono. Si pensi a tutti i pesci e a tutto il plancton, che vanno a finire sul fondo, almeno quelli che non vengono predati, e i cui resti si mischiano con quelli bentonici. Prima di cominciare a studiare o di fare delle deduzioni sulla storia di un sito fossilifero bisogna, quindi, riconoscere e separare le parti che non costituiscono il vero e proprio popolamento autoctono bentonico.

Le tanatocenosi sono utili per studiare la storia di un deter-

minato sito marino attuale che ha subito ad esempio delle trasformazioni. Spesso molti di noi che si occupano di mare, ognuno con la propria prospettiva, alla vista di una località conosciuta in precedenza o in gioventù dice: ah! quel posto era bellissimo, c'era di tutto, c'erano alghe, c'erano molti pesci, c'erano molti organismi. Ora non c'è più nulla o quasi! Il Mediterraneo è studiato ormai da secoli e vi sono numerosi studiosi che si occupano della sua storia; eppure, i siti marini di cui effettivamente si può conoscere la storia documentata di questi ultimi cinquanta-sessant'anni sono pochissimi, si possono contare sulla punta delle dita. Di tutti gli altri posti, della quasi totalità del Mediterraneo, si hanno solo ricordi, notizie molto superficiali e, in effetti, non si sa cosa ci fosse prima e si possono fare soltanto delle deduzioni. L'unico modo per capire qualcosa, almeno dal punto di vista biologico e paleobiologico, è quello di studiare i resti degli organismi che vivevano in quel sito.

Se c'è un'area portuale oggi inquinata, se c'è un'area deturpata da discariche, com'era prima? Poiché non c'era nessun biologo che ne avesse studiato fauna e flora, si può pensare che la biocenosi fosse in ottimo stato di salute, ma al di là di questo non si può arguire. Si può intuire all'incirca quali potevano essere gli organismi che le popolavano ma effettivamente quale fosse la sua diversità non si sa. L'unico modo per saperne di più è quello di studiare allora le tanatocenosi che si trovano in quel sito, che si trovano nei siti oggi inquinati; con lo studio delle tanatocenosi si riesce ad individuare quelli che erano i vecchi popolamenti, si riescono ad individuare i limiti delle biocenosi che c'erano prima e quindi si può cominciare a valutare effettivamente il grado di trasformazione avvenuta in un'area senza restare nel vago legato ai ricordi sentimentali o giornalistici. Si può tentare, persino, di fare un bilancio del danno ambientale che è intervenuto e quantizzarlo in qualche modo e poi prevedere quale possa essere la sua evoluzione, anche avvalendosi di successivi studi ecologici condotti dai biologi e da altri studiosi

di discipline ambientali. La tanatocenosi costituendo la parte più superficiale del fondo marino serve, appunto, a cercare di capire quello che è avvenuto nei tempi più recenti, intendo nei tempi storici, quelli che in qualche modo coinvolgono l'attività umana, con un più alto grado di trasformazioni legate essenzialmente alle tecnologie avanzate e all'enorme incremento demografico.

Come possono essere modificate le tanatocenosi? È difficile riconoscere una tanatocenosi *in situ*, a causa, per esempio, di apporti laterali. Pensate ad una tanatocenosi di una scogliera simile a quella di Ustica deposta su un fondo mobile alla base della scarpata: lungo la scarpata vive una moltitudine di organismi; quando questi muoiono i loro resti cominciano a scivolare e vanno a finire sul fondo, quindi, la tanatocenosi che si trova alla base della scarpata è una tanatocenosi mista con elementi estranei che provengono da tutta la scarpata superiore. Occorre capire quale è la componente che è stata spazzata, in questo caso, e quale è la componente autoctona. Dalla componente spazzata si possono trarre eventualmente ulteriori deduzioni su quello che era l'originario stato della scarpata stessa e se era degradata. Ma c'è ancora un altro tipo di disturbo molto importante: il rimaneggiamento. A Ustica è molto raro perché l'isola è quasi totalmente lavica e i depositi sedimentari marini sono molto rari ma, in altre aree con un entroterra sedimentario, i livelli contenenti fossili possono essere erosi facilmente. I fossili così isolati dall'erosione possono essere ripresi dai fiumi e portati in mare: avremo, quindi, resti di organismi più vecchi che si vanno a confondere con i resti degli organismi molto più recenti. Questo fenomeno si chiama rimaneggiamento, da distinguersi dallo spazzamento, perché lo spazzamento presuppone la contemporaneità o la penecontemporaneità degli organismi che vengono sepolti.

La tanatocenosi sarà tanto più significativa quanto più sarà ripulita da questi elementi di disturbo e quanti più organismi comprenderà. Il numero di organismi che può comprendere

non dipende solamente dal tipo di biocenosi originaria ma dipenderà chiaramente anche dalla possibilità che in quel tipo di fondale marino non siano intervenuti i cosiddetti fenomeni di diagenesi precoce, quindi di scomparsa precoce di alcune parti scheletriche o altri fenomeni di disturbo e di distruzione meccanica vera e propria.

Chi studia le tanatocenosi recenti e attuali marine? I biologi marini normalmente, non amano studiare i resti scheletrici, anzi molti di essi sostengono che gli scheletri servono a ben poco per il semplice motivo che non possiedono gli elementi più importanti e caratteristici che servono a classificare le specie. Gran parte dei geologi, d'altronde, sostengono che un geologo che studia tanatocenosi attuali non è un vero geologo ma è un biologo, anche se ormai da alcuni decenni l'Actuopaleontologia è coltivata da numerosi paleontologi. Io collaboro da molti anni con diversi biologi, tra cui i coniugi D. e G. Bellan ed H. Zibrowius, ricercatori della Station Marine d'Endoume. In particolare ho dovuto impiegare almeno cinque o sei anni e con l'apporto scientifico fondamentale di R. Sanfilippo, per dimostrare che i policheti serpuloidi del Mediterraneo potevano essere classificati tutti utilizzando solo la morfologia del guscio. Gli specialisti di policheti attribuiscono scarsa importanza ai tubi entro cui vive l'animale e considerano le setole e gli opercoli fra i caratteri sistematici fondamentali per la classificazione delle specie. Il geologo paleontologo è costretto a studiare solo le parti scheletriche mineralizzate e si rifiuta di considerare che una specie non possa essere riconosciuta col suo solo scheletro. La specie paleontologica è morfologica e, quando non bastano più gli occhi o una lente d'ingrandimento o un semplice microscopio, oggi abbiamo anche i microscopi elettronici a scansione che ci permettono di osservare molti più dettagli di quanto non se ne vedevano prima e, quindi, sono state trovate le chiavi per classificare le specie anche solo con gli

scheletri. Certamente in alcuni casi vi sono delle difficoltà, però direi che nella maggioranza dei casi si riesce ad arrivare alla soluzione del problema abbastanza agevolmente.

In Italia l'Actuopaleontologia è coltivata essenzialmente all'Università di Catania dove c'è una scuola che da circa un trentennio conduce studi tradizionali sull'ambiente attuale, sulle possibilità e modalità di trasformazioni da un popolamento ad una tanatocenosi e sulla corrispondenza fra la tanatocenosi ed il popolamento originario e ancora sui cambiamenti da una tanatocenosi a una tafocenosi e ad una orictocenosi. In concreto a Catania si studiano i popolamenti attuali bentonici di in molti mari del mondo, dal Mediterraneo all'Antartide, al Sud-Est Asiatico, e nelle zone di stretto (Messina, Dardanelli, Magellano) perché sono degli ambienti del tutto particolari con organismi reofili e con correnti e dove si verificano grandi spostamenti delle spoglie. Allora in determinate aree studiamo i popolamenti attuali, studiamo nello stesso sito quale è la composizione qualitativa e quantitativa del sedimento del fondo in modo da capire l'evoluzione dal popolamento alla tanatocenosi che ne deriva e quindi cosa avviene in questo passaggio; studiamo le tafocenosi facendo dei carotaggi nello stesso sito e quindi osserviamo i popolamenti ancora più vecchi sepolti più profondamente; studiamo, infine, i paleopopolamenti per esempio quaternari e che stanno nell'area costiera antistante in modo da conoscere uno o più cicli completi quaternari o che si estendono a ritroso nel tempo per decine, centinaia o circa un milione di anni. Per esempio il golfo di Catania, originatosi circa un milione di anni fa, man mano si è ridotto sino allo stato odierno e sui fondi attuali allora studiamo il popolamento, la tanatocenosi, la tafocenosi e la orictocenosi che si osserva sugli affioramenti del Quaternario, ricostruendone così la storia e cercando di capire cosa si è perduto e con quali mezzi si può arrivare ad una interpretazione quanto più esatta dei vecchi

ambienti che man mano si sono succeduti da un milione di anni fa, sino ad oggi. Altre sedi universitarie ove vengono condotte ricerche di actuopaleontologia sono Milano, dove c'è una buona scuola con diversi studiosi, e poi Napoli, Messina, Palermo, Trieste, Bari e Genova.

Come si campionano le tanatocenosi? I metodi di campionamento sono diversi e dipendono principalmente dalla profondità di prelievo e dall'ambiente dove si va a lavorare. Se si lavora in un ambiente superficiale il campionamento può essere fatto anche manualmente, sia con una scatola qualsiasi oppure con dei carotieri a mano di diverse dimensioni che possono essere utilizzati anche in immersione. Sono stati utilizzati, ad esempio, ad Ustica per campionare i sedimenti all'interno della Grotta dell'Accademia, sono stati utilizzati anche in Thailandia lavorando sul *tidal flat* di Cha-Am, in zone di acque basse ove con dei carotieri a mano di diverse dimensioni sono state estratte delle carote fino ad un metro, un metro e mezzo di lunghezza, ove il sedimento era abbastanza soffice. Per campionare più in profondità si utilizzano le benne poiché con le draghe si rimescola tutto il sedimento e poi è impossibile ricostruire la successione degli eventi. Per profondità più elevate, normalmente si utilizzano benne, carotieri a gravità o *box corer*, operando da un'imbarcazione piuttosto importante. Il *box corer* è un apparecchio composto da una scatola cubica che arrivata sul fondo preleva un campione cubico di sedimento assolutamente indisturbato con cui, quindi, si può ricostruire tramite la tanatocenosi e la tafocenosi, la storia più recente, l'ultimo periodo. La durata di questo periodo la si può conoscere solamente facendo delle datazioni assolute sui componenti organici e inorganici del sedimento, perché la velocità di sedimentazione non è costante sia nel tempo che a seconda dei siti. In alcune aree la sedimentazione è più veloce e, quindi, nell'unità di tempo si deposita uno spessore maggiore dei sedimenti, in altre, invece, in cui la velocità di sedimentazione è bassa, si

deposita un esiguo spessore di sedimenti. Ci sono aree anche dove c'è molta erosione e la corrente che porta via i sedimenti e anche i resti degli organismi; in questi siti il materiale che si deposita è poco ed è del tutto particolare perché normalmente è quello più grossolano, essendo quello più fine portato via dalla corrente.

Con questi metodi abbiamo studiato diversi posti e in particolare, ad esempio, ad Ustica abbiamo fatto delle ricerche, una sul Banco Apollo, un'altra nella Grotta dell'Accademia. Il Banco Apollo è un luogo assolutamente peculiare perché per le forti correnti che lo spazzano ed il fitto popolamento a laminarie che lo colonizza si presta a degli studi interessantissimi dal punto di vista ecologico, biologico e actuopaleontologico.

Le laminarie non sono molto comuni in Mediterraneo e abbiamo studiato il popolamento di cento foglie di laminarie prelevate in immersione, grazie al contributo di diversi accademici, tra i cui alcuni di voi, che si sono immersi sulla sommità del Banco. Abbiamo studiato il popolamento del cauloide delle laminarie, abbiamo studiato il popolamento della roccia affiorante, abbiamo studiato il popolamento e la tanatocenosi del sabbione da cui emerge la secca del Banco Apollo, e abbiamo visto tutte le variazioni e la composizione dei popolamenti fossilizzabili, quelli composti da organismi che avevano uno scheletro. Dallo studio è emerso che la tanatocenosi del sedimento tutt'intorno la cima del Banco è significativa e rispecchia il popolamento vivente. L'unico dato che viene significativamente alterato, almeno per quanto riguarda il Banco Apollo, concerne il popolamento a briozoi delle foglie. Tale perdita di informazione è causata dal fatto che gli organismi che colonizzavano le foglie, pure essendo provvisti di parti scheletriche, erano estremamente sottili e fragili ed articolati in modo tale che nel momento in cui la foglia muore e si distrugge, si staccano, si disarticolano e si polverizzano; quando i loro frammenti arrivano al fondo sono inclassificabili.

Abbiamo studiato poi anche la Grotta dell'Accademia, ove un primo campionamento, in pochi metri d'acqua, in un luogo riparato e indisturbato aveva rivelato una composizione alquanto strana della tanatocenosi. Una parte del popolamento, era sciafila e chiaramente rifletteva l'ambiente di grotta, un'altra parte del popolamento, invece, indicava popolamenti infralitorali che provenivano o dalla Biocenosi delle Alghe Fotofile o da quella delle Praterie di Posidonia, pur trovandosi i loro resti in un angolo molto interno della grotta. Questa anomalia ci ha spinto a intraprendere una nuova indagine adoperando un piccolo carotiere in modo tale da avere una stratigrafia di dettaglio del sedimento depositatosi nella grotta. Abbiamo prelevato carote lunghe da quattordici a diciotto centimetri ove erano visibili diversi livelli, più o meno fossiliferi; abbiamo fatto le datazioni assolute di alcuni dei livelli basali delle carote, che hanno rivelato un'età di circa 1200 anni, mentre quella dei livelli più superficiali ha fornito un'età di qualche centinaio di anni.

La composizione e la significatività delle tanatocenosi e tafocenosi dei livelli era diversa per cui nella parte più vecchia delle carote c'era una miscela sempre di specie appartenenti alla Biocenosi delle Alghe Fotofile e della Biocenosi delle Praterie di Posidonia con quella della Biocenosi di grotta, nella parte più superficiale, invece, le tanatocenosi erano composte chiaramente solo da specie di grotta. Questo ci ha indotto a pensare che l'unico vero cambiamento che era intervenuto nella storia della grotta fosse un confinamento avvenuto tramite il restringimento o l'occlusione dell'ingresso della grotta, ipotizzando l'apporto dall'esterno di specie di acque basse durante i periodi di maltempo. Attualmente, l'ingresso della grotta è ostruito parzialmente da diversi crolli, e un'indagine bibliografica ha evidenziato che c'è stata tutta una serie di grandi terremoti storici che avevano interessato una fascia dall'Anatolia fino alla Sicilia set-

tentrionale a partire dal 1200. Poiché le evidenze faunistiche del confinamento erano nell'ultima parte delle carote, abbiamo dedotto che potesse essere questo il motivo del cambiamento nella tanatocenosi: i sismi fanno crollare la volta, si ostruisce l'accesso dall'esterno e si origina, quindi, all'interno un ambiente sciafilo ove si instaura un popolamento della Biocenosi delle grotte e viene bruscamente troncato quello che è l'apporto dall'infralitorale fotofilo esterno alla grotta.

Altri studi tipicamente actuopaleontologici sono stati fatti a Brucoli (Siracusa) in Sicilia, alla foce del Crati, a Vendicari (Siracusa) nella Sicilia Orientale per studiare l'evoluzione della laguna costiera.

Le ricerche actuopaleontologiche continuano ancora in altri siti marini e costieri per cercare di definire sempre con maggiore dettaglio la significatività delle tanatocenosi e per potere interpretare al meglio la storia recente evolutiva in tempi storici, e anche quella più antica geologica.

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

Ha ora la parola il Dr. Claudio Mocchegiani Carpano, direttore del Servizio Tecnico per l'Archeologia Subacquea del Ministero dei Beni Culturali, il cui intervento verterà sulla ricerca archeologica di Stato.

Dr. Claudio Mocchegiani Carpano

*Direttore dello STAS-Servizio Tecnico per l'Archeologia Subacquea
del Ministero dei Beni Culturali e Ambientali*

La ricerca archeologica di Stato

Mi corre l'obbligo innanzi tutto di ringraziare le Autorità Accademiche per l'assegnazione del Tridente d'Oro, che ritiro con vero piacere quest'anno. Un saluto agli Organizzatori per l'ospitalità, al Sindaco ed agli abitanti dell'isola di Ustica di cui sono cittadino onorario.

Il tema che mi è stato dato di trattare "la ricerca archeologica di Stato" può, a prima vista, creare qualche perplessità: è un titolo particolare del quale è opportuno definire i limiti con un occhio alle possibilità della ricerca archeologica in Italia.

La ricerca archeologica, sia su terra che in acqua è demandata al Ministero per i Beni Culturali e Ambientali con una struttura centrale, a livello nazionale che si avvale, nell'espleta-

mento delle attività di ricerca, tutela, scavo, salvaguardia, documentazione dei propri uffici periferici (Soprintendenze) competenti per territorio e materia. La Regione Sicilia, ente territoriale a statuto speciale, possiede, nel campo dei Beni Culturali, una autonoma organizzazione, analoga a quella nazionale per quanto concerne la presenza delle Soprintendenze, ma con una autonomia operativa pressoché totale anche naturalmente nel campo delle indagini sottomarine. Fermo restando il carattere di autonomia regionale, le Soprintendenze siciliane, operano in ossequio alle disposizioni di legge nazionale in materia di beni culturali e quindi anche nel rispetto della fondamentale Legge di tutela n. 1089 del 1939, applicabile anche, ovviamente, al territorio sommerso.

Oltre alle Soprintendenze archeologiche (Statali e Regionali) possono operare nel campo della ricerca archeologica, anche subacquea, altri enti quali università, istituzioni straniere, istituti di cultura, che attraverso la stipula di convenzioni concessorie possono effettuare ricerche e scavi anche di tipo subacqueo.

Un altro contributo alla ricerca viene dall'attività del volontariato qualificato che collabora con le Soprintendenze anche nel settore subacqueo ove è indispensabile però il diretto coordinamento e controllo di archeologi professionisti.

La legge n. 1089 del 1939 detta una serie di norme che prevedono la conservazione e la tutela dei siti e dei reperti, norme che si estendono anche a quello che definiamo il territorio sommerso, che non è solo limitato alle presenze sottomarine relative ai relitti delle antiche imbarcazioni e ai resti di complessi edilizi sommersi.

L'ampliarsi del campo di indagine dell'archeologia subacquea ha evidenziato altri problemi della ricerca in questo settore, che oltre al mare comprende i laghi, dove, tra l'altro, si sono localizzati i resti di insediamenti palafitticoli, i fiumi che con-

servano le testimonianze dell'antica organizzazione della navigazione commerciale fluviale e tutto ciò che, oggi sommerso, è necessario esplorare a fini archeologici.

Da queste premesse discende la necessità, ormai improcrastinabile, che ogni ricerca archeologica nel settore subacqueo venga condotta da personale in grado di operare in immersione per l'organizzazione delle ricerche, il coordinamento e la direzione di operatori con diverse specializzazioni. È quantomai necessaria la figura dell'archeologo subacqueo che, come per gli scavi di terra, coordina e dirige le prospezioni subacquee.

Anche se la possibilità dell'uomo di permanere a lungo sott'acqua è legata all'invenzione dell'autorespiratore ad aria da parte di Cousteau e Gagnan, entrato poi in uso negli anni immediatamente successivi alla seconda guerra mondiale e quindi in tempi relativamente recenti, il Ministero per i Beni Culturali e Ambientali solo di recente ha affrontato il problema della qualificazione del proprio personale tecnico scientifico.

Nel 1986, con la creazione del Servizio Tecnico per l'Archeologia Subacquea, si è costituito un ufficio centrale preposto allo studio delle problematiche operative nel settore e agli interventi richiesti dalle Soprintendenze archeologiche su singole segnalazioni.

L'attività dello STAS è consistita in una capillare opera di consulenze dirette su tutto il territorio, svolte attraverso migliaia di ore di immersione, rese possibili dall'assistenza logistica delle unità navali e dei subacquei dell'Arma dei Carabinieri.

Il successivo e fondamentale passo del Ministero è stato quello di organizzare corsi per la selezione e la formazione di quadri di operatori subacquei tra i tecnici e gli archeologi di ciascuna Soprintendenza. Questa operazione, fondamentale per poter iniziare una vera e propria attività di tutela e studio del territorio sommerso, porterà alla creazione di Nuclei Operativi

Subacquei presso tutte le Soprintendenze che così accresceranno le capacità di intervento.

In questo modo ed in tempi brevi si potrà essere in grado di intervenire e seguito di ogni segnalazione, valutando poi i modi ed i metodi delle operazioni di scavo e tutela.

Sarà così possibile utilizzare la collaborazione del volontariato che potrà essere seguito in attività di ricerca e documentazione condotta con un coordinamento scientifico.

Saranno meglio diretti e controllati da tecnici e archeologi subacquei delle Soprintendenze anche molti lavori condotti da ditte private che operano, come a terra, attraverso incarichi di contratto di lavoro.

L'inizio di una più puntuale attività operativa nel settore da parte delle Soprintendenze archeologiche permetterà al Servizio Tecnico per l'Archeologia Subacquea di organizzare al meglio ogni forma di collaborazione con le Forze dell'Ordine (Carabinieri, Guardia di Finanza, Guardia Costiera) al fine di promuovere e migliorare la conoscenza nel campo archeologico necessaria per un corretto approccio volto alla prevenzione dei reati nel settore.

In alcuni casi è stato anche fondamentale il contributo di uomini e mezzi che Marina Militare e Vigili del Fuoco hanno messo a disposizione del Ministero per i Beni Culturali in occasione di importanti operazioni di recupero dirette da archeologi subacquei come quelle del salpaggio della piroga preistorica individuata nel lago di Bolsena (Viterbo) e delle colonne romane del golfo di Lerici (La Spezia).

Più recente è lo sviluppo della formazione universitaria che ha visto l'istituzione di insegnamenti di archeologia subacquea nell'ambito del corso di laurea in beni culturali presso le università di Venezia, Viterbo, Ravenna e Napoli.

In questo contesto è in corso a Napoli un progetto pilota che vede la collaborazione dell'Istituto Universitario Orientale, dell'Istituto Universitario "Suor Orsola Benincasa" e della

Soprintendenza Archeologica di Napoli per una serie di indagini subacquee presso l'isola di Vivara (Procida) condotte dallo STAS con l'allestimento di un cantiere didattico aperto agli studenti universitari.

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

Vorrei congratularmi con il Dr. Mocchegiani Carpano al quale mi lega una antica conoscenza e collaborazione. Dieci anni fa all'inaugurazione della prima Biennale del Mare, che come voi sapete è filiazione dell'Accademia, la sovrintendente di Napoli si scagliò violentemente contro di noi perché parlavamo di archeologia subacquea, dicendo che non esisteva l'archeologia subacquea ma che esisteva solo l'archeologia. Naturalmente rispondemmo come potevamo, per fortuna avemmo l'aiuto di una persona che amo ricordare in questa sessione, il Prof. Francesco Sisinni, il quale ci dette ragione. Sisinni è stato uno dei fautori dello STAS ed ha voluto questo servizio anche con dei contrasti notevoli. Sono stato molto contento di apprendere che finalmente è arrivata la parcellizzazione del servizio, con nuclei presso le sovrintendenze locali perché era una organizzazione di cui si sentiva la necessità. In una nuova legge si riconosce in pieno l'importanza dell'archeologia subacquea: nella legge istitutiva della Guardia Costiera. Due anni or sono il Parlamento ha deciso, ed il Presidente della Repubblica ha firmato la legge, che sul mare deve esistere una sola autorità, la Guardia Costiera, che è affidata alle Capitanerie di Porto, alla quale Guardia Costiera contribuiscono con i loro mezzi, in situazioni di emergenza la Guardia di Finanza, i Carabinieri e la Polizia sotto il comando operativo della Capitaneria di Porto e quando esistono operazioni complesse sotto il comando operativo della Marina Militare. Nella

legge istitutiva si parla di archeologia sottomarina per la quale la Guardia Costiera deve attrezzarsi per la protezione, per la ricerca e per la vigilanza. Tanti passi in avanti sono stati fatti e volevo ricordare proprio il ruolo che anche in questo campo ha avuto la Rassegna di Ustica prima e l'Accademia dopo. Ricordate che l'Accademia si è battuta da sempre per il riconoscimento dell'archeologia subacquea come autonoma branca scientifica nell'ambito dell'archeologia. Abbiamo tra i nostri Tridenti, Nino Lamboglia, Amedeo Majuri, Honor Frost, George Bass, Alessandro Fioravanti, Piero Alfredo Gianfrotta, Elisha Linder, Avner Raban, André Tchernia adesso abbiamo rinforzato il settore archeologico della nostra Accademia e facciamo gli auguri ai nuovi Accademici, dr. Pruneti e dr. Claudio Mocchegiani Carpano. Il dr. Pruneti ci parlerà adesso della importanza delle riviste specializzate nella ricerca scientifica.

Dr. Piero Pruneti

Direttore della rivista Archeologia Viva

Il ruolo delle riviste specializzate nella ricerca scientifica

Grazie Presidente per quanto ha detto. Mi associo ai ringraziamenti di quelli che mi hanno preceduto, all'Accademia, al Comune e alla Riserva Marina. Voglio parlare di un argomento che mi sta vicino giornalmente per il lavoro che faccio, che è propriamente non quello della ricerca ma della divulgazione. Direi che il rapporto tra l'uomo e il mare – mettiamo per un attimo da parte l'archeologia e l'archeologia subacquea – consta, come tutte le discipline, di un momento di ricerca e di studio dove fanno la parte principale gli scienziati, i ricercatori, quelli che stanno nella prima linea della ricerca, e di un momento, successivo, di conoscenza e di educazione all'ambiente, cioè il momento in cui il grande pubblico stabilisce un rapporto con un determinato settore: si sta parlando appunto del mare. Questi due approcci sono momenti diversi ma sinergici, nel senso che non si può parlare di educazione all'ambiente se non c'è prima una ricerca scientifica che studia l'ambiente e che ci fornisce gli argomenti per la divulgazione e l'educazione; al tempo stesso – almeno io ritengo – una ricerca senza l'opera di divulgazione è vuota accademia, il contrario di quello che – spero – si faccia noi con l'Accademia di Ustica; pura accademia nel senso dello studiare per un arricchimento perso-

nale e non per un contributo sostanziale allo sviluppo dell'umanità in un certo settore. Dico queste cose anche se possono sembrare scontate perché quando ho cominciato a fare la rivista nel 1982 c'erano tante torri d'avorio da espugnare – del resto ce ne sono ancora oggi – dove ci stava gente che riteneva – ricercatori, scienziati, archeologi – tempo perso spiegare agli altri quello che stavano facendo e non dimenticherò mai le parole di un soprintendente che mi disse: quando una persona, mentre sto operando in uno scavo archeologico, mi viene a chiedere spiegazione del mio lavoro, penso di non doverle rispondere perché per me è tempo perso; è come se andassi da un cassiere di banca che sta contando i soldi e gli chiedessi che cosa fa, perché lo fa e via dicendo; nessuno se lo sognerebbe con un cassiere e allora nessuno può chiederlo a me che non faccio un lavoro meno impegnativo. Io rimasi sbalordito perché queste cose il nostro soprintendente le diceva non perché era di “animo cattivo”, ma perché ci credeva veramente; allora capii che molto c'era da fare ed è quello che nel settore archeologico ho cercato di realizzare tramite “Archeologia Viva”. Questi due momenti, ricerca e trasmissione della conoscenza al pubblico, hanno avuto un notevole divario, nel senso che mentre la ricerca scientifica andava avanti, la conoscenza diffusa delle nuove scoperte rimaneva indietro, con pesantissime conseguenze nel rapporto fra l'uomo e l'ambiente se vogliamo parlare della natura, fra l'uomo e il suo passato se vogliamo parlare di archeologia; ed ecco appunto, fra le conseguenze che si sono riscontrate, l'aggressione alle testimonianze dell'antichità. Quando ero piccolo si coglievano impunemente le stelle alpine, che ora sono intoccabili perché si è capito che certe specie sono a rischio, ma allora si faceva perché non si era diffusa la conoscenza di questo tipo di rischio. Si può dire che il mare ha subito la stessa vicenda nel settore archeologico, per cui mentre si è diffusa la capacità dell'uomo di andare sott'acqua con le bom-

bole e di rimanere a lungo in un ambiente a lui estraneo, si è diffuso anche l'uso di depredare i fondali. Non sto parlando di chi va sott'acqua con l'intenzione di rubare per rivendere, non sto parlando dei clandestini e dei disonesti che sono una categoria a parte per i quali c'è un problema di educazione ma anche un problema sociale e un problema repressivo (è un problema molto complesso quello dei cosiddetti tombaroli); sto parlando invece di una realtà che forse è anche più grave, delle masse, delle centinaia di migliaia di subacquei che andavano e ancora vanno sott'acqua per visitare e se vedono un "pezzo" lo prendono, quasi sempre in buona fede, per portare a casa un ricordo d'immersione o addirittura per consegnarlo alla più vicina soprintendenza, e credono di fare cosa utile, non sapendo che la rimozione di un reperto archeologico è la fine di una testimonianza perché il 90% del valore scientifico di una scoperta sta nella documentazione dello scavo e non nel pezzo avulso dal suo contesto. Questo per dire quanto da una parte è importante la ricerca e dall'altra la divulgazione di questa ricerca per l'educazione delle grandi masse che entrano in un ambiente. Il divario c'è stato, esiste ancora tutt'oggi, e da qui la grandissima importanza di una incisiva opera di divulgazione. Parlo della carta stampata, ma in quest'opera di educazione di massa rientrano evidentemente tutti i mezzi di comunicazione, la televisione, i film, i cd. Evidentemente è più facile intervenire, in questa formazione di base, nei confronti dei comportamenti individuali disinteressati, come sono quelli dei subacquei che in acqua si prendono il ricordino, che sui comportamenti economici interessati dove il problema è più politico, molto più complesso e di più difficile approccio: si può parlare di tombaroli per quanto riguarda l'archeologia, oppure di complessi industriali che inquinano per quanto riguarda l'ambiente nel suo insieme, ma si entra in un altro ambito di problemi. Io mi limito ai comportamenti individuali, strettamente condizionati

dall'educazione di base, perché è questa che, una volta entrata in un contesto sociale, può eventualmente condizionare le scelte politiche con una sensibilizzazione estesa nei confronti di un determinato problema. Questa educazione di base preferisco, quando ce ne sono le capacità, che venga svolta dagli stessi ricercatori, cioè da gente che fa ricerca e che sa parlare a chi non è un "addetto" della materia, a gente che in definitiva deve essere educata mentre sfoglia un giornale in treno o mentre guarda la televisione con un piatto di pasta asciutta davanti; perché la realtà della divulgazione è questa: educare la gente quando meno se l'aspetta, nel tempo libero. Quando questo viene fatto dagli addetti ai lavori è meglio perché l'informazione per essere buona deve essere corretta; in ambito giornalistico trovo che spesso l'informazione scientifica è strafalciona, quando per motivi di rapidità e di messa in pagina si buttano là delle notizie senza riferimenti, magari sottolineando solo gli aspetti spettacolari di una scoperta. Ci sono, d'altronde, bravissimi scienziati che non sanno divulgare, d'altra parte tutti non possono sapere fare tutto; in quel caso credo si debba ricorrere a un giornalista di settore capace di stabilire un colloquio: è l'esperienza appunto della mia rivista dove, quando è possibile, ci serviamo degli archeologi come redattori di testi, mentre quando l'archeologo sa usare solo un linguaggio incomprensibile ai più, allora bisogna servirsi di gente che faccia il mestiere della divulgazione. Lavorando per la mia rivista ho capito che non esistono persone "cattive", esistono persone disinformate. Questa è la base del concetto. Nell'ambiente archeologico c'è la tendenza dei responsabili della tutela a prendersela con un nemico astratto, a combattere contro i mulini a vento, a sentirsi accerchiati da nemici invisibili; io credo che l'esercito ostile sia quello dell'ignoranza. Proprio qui a Ustica si è impostato un lavoro, l'itinerario subacqueo, che ha come supporto fondamentale un principio in cui ho sempre creduto e che ho defini-

to “pedagogia della fiducia”, cioè non considerare il subacqueo che prende un reperto come un fuorilegge che vuole fare un dispetto all'archeologo portandogli via i pezzi, ma come una persona disinformata con cui bisogna interagire; non solo, a cui bisogna dare fiducia. Se alle persone si spiega l'importanza di un oggetto o di un metodo e poi gli si dimostra che ci si fida di loro si ottengono quasi sempre degli ottimi risultati, senz'altro ben superiori a quelli che ci vengono dalla semplice repressione. È un concetto educativo valido per i ragazzi e che bisogna applicare anche agli adulti. Nel momento in cui la gente diventa informata capisce l'importanza di un certo comportamento, ma parallelamente aumenta anche la richiesta di partecipazione alla materia, in un modo corretto. Per i subacquei questo significa riconoscere il reperto archeologico, fotografarlo, documentarlo, poi, da ultimo, se proprio non se ne può fare a meno, prelevarlo. Voglio parlare di un paio di esperimenti con cui abbiamo cercato di incidere sul problema della sensibilizzazione e della domanda di partecipazione diretta. Nel 1985 promuovemmo una campagna di scavo in una maniera un po' particolare, da un lato per lanciare un messaggio forte anche attraverso i mass-media su come deve essere un approccio corretto verso i reperti archeologici sommersi, dall'altra per lanciare un messaggio allo Stato sulla necessità di intervenire in un certo settore. Fu quando nei fondali dell'isola del Giglio venne ritrovata una nave romana intatta, a meno 40 metri di profondità, un relitto del III sec. d.C. con tutto il suo carico di centinaia di anfore. Non c'era nessuna intenzione di intervenire da parte della soprintendenza, non perché non volesse, ma perché uno scavo subacqueo costa molto. Allora “Archeologia Viva” lanciò una sottoscrizione pubblica: i cittadini davano dei soldi per iniziare lo scavo della nave. Formulammo uno slogan a questa operazione: “salviamo il relitto di Giglio Porto”; si raccolse una cinquantina di milioni e con quelli partimmo. L'operazione ebbe

un grandissimo clamore sulla stampa. Fu un grande momento per l'archeologia subacquea. Chi dava soldi per salvare una nave romana implicitamente riconosceva l'utilità dell'archeologia come metodo. Però direi che proprio qui a Ustica io e la mia rivista abbiamo scoperto il sistema migliore di intervento, grazie a Lucio Messina di cui, per quanto riguarda Ustica, mi sento figlio spirituale. Sono contento di poter continuare quello che lui a suo tempo promosse quando era direttore dell'Azienda provinciale per il turismo di Palermo, e cioè due cose: l'itinerario archeologico subacqueo che ora è un fiore all'occhiello di Ustica e che insieme all'amico Roberto Sequi cercheremo di ampliare e valorizzare più di quanto non è stato fatto finora. Ormai questo itinerario è famoso in tutto il mondo, bisogna difenderlo in modo da non tradire le attese. L'altra iniziativa promossa qui a Ustica in funzione di questo concetto di educazione di massa, è derivata dagli stage ideati molto tempo fa dall'Azienda Turismo di Palermo, appunto quando era direttore Lucio Messina, e che poi tramite un intervento più complesso di Archeologia Viva, dell'Accademia e della Riserva Marina, sono diventate le Lezioni di Archeologia Subacquea, puntualmente organizzate da sei anni e che ormai hanno assunto la caratteristica di una vera università del mare. Si tratta di cinque corsi in contemporanea che vedono la frequenza di circa 80 persone ogni anno. Per dieci giorni si fanno dieci immersioni a corso, più trenta ore di lezioni teoriche con docenti universitari. È un'iniziativa unica a livello mondiale. Da nessuna parte, neppure all'università, si fa qualcosa per l'educazione ambientale e archeologica sul mare in maniera così estesa e metodica. In proposito ritengo opportuno che l'Accademia solleciti i propri aderenti a diffondere questa iniziativa nel mondo, in modo che Ustica anche sul piano dell'operatività e della partecipazione di massa mantenga il primato della lotta all'ignoranza, tramite la formazione non tanto di

archeologi – nessuno vuole fare una scuola di archeologia –, ma di una coscienza comune, di un giusto approccio ai beni archeologici sommersi.

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

Devo dire che siamo tutti molto grati all'amico Pruneti per questa iniziativa che ormai ha portato ad Ustica ben mille partecipanti nei vari corsi e devo dire che questi corsi hanno trovato fin dall'inizio l'entusiasta partecipazione dell'Accademia, il suo patrocinio e soprattutto la convinta adesione a questo spirito uniformatore dell'iniziativa che è quello di educare i giovani sì alla visione del bene archeologico ed alla sua conservazione ma soprattutto all'educazione del rispetto del reperto marino. Debbo dire che altrettanto l'Accademia ha patrocinato fin dall'inizio, e sono stati accademici quelli che sono andati a metterli questi reperti, il percorso archeologico subacqueo che è stato e forse è rimasto l'unico, se ancora esiste. Dico questo perché so che ci sono delle difficoltà cui ha accennato Pruneti sul mantenimento di questo bene che è veramente una cosa eccezionale.

Dr. Piero Pruneti

Aggiungo che il mantenimento di questa struttura non è cosa facile perché richiede un finanziamento continuo; non sono grosse somme rispetto agli stessi risultati pubblicitari che Ustica ne sta ricavando, però bisogna mettere nel conto che è una struttura che richiede una manutenzione annuale. Non so quanto tutto ciò può essere supportato dalla sola Riserva Marina. Direi che l'Azienda Turismo di Palermo, che nei pro-

grammi annuali della Rassegna propone ripetutamente la visita dell'itinerario archeologico subacqueo come un fiore all'occhiello, dovrebbe prendersi carico seriamente di questa iniziativa. Solo in termini di promozione turistica l'investimento è davvero minimo rispetto alla resa d'immagine che ne deriva.

Prof. Raffaele Pallotta d'Acquapendente

Siamo convinti di questo così come dell'importante ruolo che può avere l'Accademia in questo settore per l'opera di sensibilizzazione verso gli organi che possono dare il loro contributo finanziario, e di diffusione negli ambienti scientifici culturali internazionali interessati a questa realtà che esiste in Ustica e che sarebbe il caso di conservare perché non è proprietà di Ustica ma è proprietà del mondo. Ieri sera con il Sindaco abbiamo deciso di sottoscrivere un protocollo di intesa che vedrà uniti, nei rispettivi ruoli, uno istituzionale e l'altro di supporto scientifico, la Riserva Marina di Ustica e l'Accademia di Ustica. Siamo decisi ad andare avanti anche in questo importante campo per sollecitare sempre di più l'attenzione del mondo scientifico e culturale su quello che è stato realizzato, con sforzo e con perseveranza, in quest'isola che rivendica il titolo di capitale dei sub. Ha ora la parola il dr. Paolo Notarbartolo di Sciara, regista e produttore cinetelevisivo da tutti conosciuto, che ci intratterà sulla documentazione cinematografica per la ricerca scientifica e farà anche delle importanti rivelazioni che stiamo aspettando con curiosità.

Dr. Paolo Notarbartolo di Sciara

Regista e Produttore cine-televisivo

La documentazione cinematografica per la ricerca scientifica

Anche se i ringraziamenti sono ovvi, desidero esternare appunto il mio ringraziamento all'Azienda Provinciale per il Turismo di Palermo per l'ospitalità e per l'invito, e anche un ringraziamento al Comune per l'accoglienza che ci ha dato in occasione della 38^a Rassegna Internazionale delle Attività Subacquee. Prima di iniziare la mia relazione sulla documentazione cinematografica per la ricerca scientifica, desidero aggiungere una cosa per quanto riguarda l'amico Pruneti, per quanto riguarda appunto il percorso archeologico che io ho cinematografato, ho vissuto, ho visto e c'è tanto entusiasmo da parte mia su questo percorso che in Toscana, a Pianosa, dove appunto come lui sa e tutti quanti noi sappiamo, ormai dal prossimo mese sarà liberalizzato totalmente, vi sono state contate tra lo scoglio della Scola e la stessa Pianosa qualcosa come 93 anfore su un fondale che va dai -18 ai -33 metri ecco il Gruppo Ricerche Scientifiche di Firenze non ha mancato di fare subito una proposta al CISIME di copiare tra virgolette, ma perché le cose quando sono fatte bene vanno sempre ripetute, di vedere di fare un percorso archeologico anche a Pianosa. Credo che di questo lo stesso Pruneti ne sarà contento, ne sarà contenta anche l'Accademia perché questi esempi che sono appunto

unici al mondo noi cerchiamo anche di riportarli nelle zone dove è possibile fare e continuare a fare queste documentazioni. Detto questo io presenterò appunto un excursus molto veloce su quello che è la mia relazione.

Prima di iniziare la mia relazione, desidero fare una considerazione in aggiunta a quanto detto dall'amico Pruneti riguardo il percorso archeologico subacqueo di Ustica di cui la Riserva Marina ne è giustamente orgogliosa.

L'idea nata qui a Ustica di creare un museo dal vero affinché i subaquei imparino a guardare queste testimonianze del passato, mi ha spinto a proporre una cosa simile al convegno tenuto il 16 o 17 maggio scorso a Pianosa, nell'arcipelago toscano. Infatti, nelle ultime ricerche archeologiche intorno all'isola, sono state contate più di 90 anfore romane fra Cala dei Turchi e La Scola ad una profondità tra i -20m e i -30m. Il G.R.S.T.S. di Firenze che da oltre 30 anni è un attento osservatore per la difesa dell'isola, ha suggerito – mio tramite – di attuare un progetto analogo a quello realizzato dalla Riserva Marina Naturale di Ustica per valorizzare questo museo naturale archeologico.

Per entrare nel merito del tema, ritengo opportuno ricordare come l'Italia è ancora debitrice, per gli impegni assunti ed ancora non definiti, nei confronti dei paesi Mediterranei. Mi si consenta fare un breve riepilogo della situazione dell'ambiente in generale anche se la questione è risaputa a voi addetti ai lavori.

Come è noto, per millenni il mare è stato visto come fonte di vita inesauribile a cui poter attingere senza limite e nel quale sembrava possibile eliminare tutto ciò che era ormai divenuto indesiderabile.

Negli ultimi decenni, però, questo rapporto uomo-mare è divenuto insostenibile, in quanto con il rapido progredire delle tecnologie e della civiltà industrializzata, la minaccia all'equilibrio ecologico dei mari e delle fasce litoranee ha assunto una gravità imprevedibile ed imprevedibile. Queste problematiche,

insieme alla diffusione ed il trasporto di sostanze altamente inquinanti nei mari e nell'atmosfera, hanno fatto sì che il suaccennato rapporto uomo-ambiente arrivasse a tal punto da richiedere un approccio globale per essere adeguatamente modificato.

Nel 1976 con il convegno di Barcellona, fu varato un Piano d'Azione per la protezione del Mediterraneo ed i 18 stati rivieraschi, si impegnarono ad adottare comuni misure per la salvaguardia del Mediterraneo. Questo impegno fu ratificato dall'Italia, con L. n. 127 del 1985 che contiene la determinazione degli obblighi concreti che vengono assunti per "le aree specialmente protette del Mediterraneo", al fine di salvaguardare lo stato delle risorse naturali e dei paesaggi, nonché lo stato del patrimonio culturale nella regione.

L'importanza della convenzione di Barcellona, mise in evidenza due principali obiettivi:

- il primo riguarda la protezione e la creazione di aree protette;
- il secondo prende in particolare considerazione gli eventi, le situazioni economiche e le attività tradizionali delle relative popolazioni.

Con essi quindi viene evidenziato il principio in base al quale preservare dal degrado certe aree o salvaguardare componenti della flora e della fauna dalla estinzione, significa rendere più razionale l'uso del territorio per migliorare la coscienza ambientale.

Da qui l'istituzione di aree marine protette miranti ad una corretta conduzione per migliorare la qualità della vita delle popolazioni rivierasche cercando strutture o modi atte a *diffondere l'idea di una più profonda conoscenza* e di un maggiore rispetto dei sistemi naturali.

Dopo tutti gli impegni presi dall'Italia, eccoci alle dolenti note. Ad oggi due sono le riserve marine funzionanti: quella di

Miramare e quella di Ustica. L'augurio è che si concretizzino le istruttorie relative alla istituzione di riserve con la speranza che i pareri delle Regioni e dei Comuni interessati, siano favorevoli al fine di potere emanare il decreto istitutivo.

Per facilitare questo processo, come è ormai noto, l'Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare del Ministero dell'Ambiente, fra le tante iniziative meritorie, si è adoperato a favorire la conoscenza degli istituendi parchi marini avvalendosi della L. 979/82 (che prevede precise disposizioni per la difesa del mare) commissionando alcuni documentari miranti a sensibilizzare gli Enti locali e soprattutto i giovani verso i problemi dell'ambiente. Proprio per questo lo stesso Ispettorato ha stipulato da anni un accordo con il Ministero della Pubblica Istruzione per la diffusione dei filmati su tutto il territorio nazionale presso le scuole medie e medie-superiori.

La documentazione cinematografica per la ricerca scientifica, alla luce di quanto si è visto in questi ultimi anni, è un mezzo idoneo a migliorare gli studi, specie quelli subacquei dove l'esplorazione non è accessibile a tutti. È ormai divenuto un mezzo di lavoro sia per verificare – nel tempo – le possibili variazioni che può subire un ecosistema, sia per “fermare”, con le immagini, alcuni fenomeni biologici facilitandone la ricerca.

Uno degli esempi più evidenti, è stata la ripresa filmata, in Australia nel 1986, riguardante il fenomeno biologico della riproduzione sessuata dei coralli, vicino all'isolotto Wheeler Reef a 120 miglia da Townsville prospiciente la grande barriera corallina. Fu una scoperta che fece gridare di meraviglia l'intero mondo scientifico essendo l'ermafroditismo la vera natura delle madrepore. Agli Australiani va il merito di avere scoperto, l'anno precedente, il singolare fenomeno e agli italiani del Gruppo Ricerche Scientifiche e Tecniche Subacquee di Firenze (Cafiero, Ghisotti e lo scrivente) quello di avere cinematografato e fotografato per la prima volta lo spawning, cioè l'emissione simul-

tanea delle uova delle madrepora dopo che gli spermatozoi avevano invaso la superficie del mare preparando un sottile velo bianco pronti a cercare il proprio uovo, non uno qualsiasi ma quello della sua specie: “La notte d’amore dei coralli” appunto, è il titolo di questo documentario.

In questi ultimi dieci anni, le sofisticate apparecchiature subacquee non creano più limiti alle ricerche scientifiche. È qui, a Ustica, che uno di questi robot, il Pluto della Gay Marine, messo a disposizione dall’Istituto di Policattedra di Oceanologia e di Paleoecologia dell’Università di Catania, ha reso possibile indagare a profondità inaccessibili ai subacquei, nella zona la Secchitiella, a -190 metri, la straordinaria ricchezza di vita su quei fondali dove si sviluppa uno strato di melobesie libere (alghe calcaree) che altrove, milioni di anni fa – nel Miocene – si formarono sul fondo dell’antico Mare Tetide. Queste immagini le possiamo vedere nel filmato “Ustica: un paradiso nel Mediterraneo” realizzato per conto dell’Azienda Provinciale per il Turismo di Palermo ma reso possibile dalla collaborazione di alcuni Tridenti d’Oro dell’Accademia Internazionale di Scienze e Tecniche Subacquee di Ustica nei nomi degli Accademici Gaetano Cafiero, Italo Di Geronimo, Lucio Messina e Pino Giaccone: quest’ultimo ne è stato anche il consulente scientifico.

È evidente che la documentazione cinematografica affascina sempre di più, specie se esiste una intesa fra la ricerca scientifica e lo spettacolo.

Consentitemi di dilungarmi un po’ su questo modo di fare ricerca. Parlerò ancora della mia produzione, non per mancanza di rispetto verso gli altri autori, ma perché i miei documentari altro non sono che una ricerca fatta in stretta collaborazione con l’Accademia di cui mi onoro di farne parte. Quindi un lavoro sempre ispirato a tematiche didattiche-culturali e a tenere alto il nome dell’Accademia che ne è sempre patrocinante.

Un grazie quindi a Cafiero, Olschki, Giaccone, Cinelli per i loro contributi ai testi e alle consulenze scientifiche.

La realizzazione del filmato “Le Pelagie: tre isole una storia” è un esempio di quanto ho detto sino ad ora. Già di per sé la storia di questo documentario è affascinante e potrebbe essere sufficiente citare parte della sinossi del testo. Attraverso organismi terrestri e marini che tutt’ora vivono nelle isole di Lampedusa e Lampione è stato possibile dimostrare, sotto la guida attenta del Tridente d’Oro Pino Giaccone, come queste due isole siano un lembo del continente africano, a differenza di Linosa che è di origine vulcanica. La loro evoluzione geomorfologica sino ad oggi, è evidenziata e visualizzata con riprese filmate e disegni animati. Ma lo spettacolo finale, ancora poco noto, documenta il motivo per cui i cetacei periodicamente si radunano al largo del Museo Oceanografico di Monaco. La produzione primaria di queste acque origina fioriture di zooplancton che nutrono da sempre le balenottere che si raccolgono davanti alle coste liguri, già nominate dai Romani “Costa balenae”. Queste immagini, non comuni, sono state divulgate alla conoscenza dei ricercatori, grazie alla gentile concessione e all’interessamento del nostro (guarda caso) Tridente d’Oro François Doumange, Direttore del Museo Oceanografico di Monaco.

Potrei dilungarmi ad elencare tantissimi validi episodi che tendono a valorizzare sempre più l’importanza della documentazione cinematografica, ma mi limito alla mia ultima osservazione “girata” pochi giorni fa qui, in occasione dell’invito della Direzione della Riserva Marina per aggiornare il mio documentario su quest’isola.

Sono stato testimone dell’incredibile presenza di pesci barracuda (*sphyræna sphyræna*) detti anche luccio di mare, che nel giro di tre anni da poche decine, si sono raggruppati a migliaia. La particolare posizione della zona ricca di pesci pelagici e piccoli perciformi, tra l’isolotto del Medico e la secca della Colombara, ha evidentemente offerto una incoraggiante situa-

zione venutasi a creare, anche dalla quiete della zona protetta e principalmente dal corretto uso degli attrezzi da pesca da parte dei pescatori locali.

Inoltre, la riproduzione avviene alla fine della primavera e all'inizio dell'estate. Le uova sono pelagiche e si trovano nel plancton, poi gli stadi giovanili fino a 10 cm. si accostano alle rive con fondali sabbiosi proteggendosi in grotte. Proprio in quell'habitat prospiciente le secche della Colombara dove la grotta d'Oro è la più emblematica fra le altre grotte con fondali sabbiosi. (È quindi possibile che questa specie possa ora considerarsi, qui a Ustica, non più pelagica, ma stanziale).

Ritengo pertanto che un'osservazione, programmata nel tempo, sarebbe opportuno scadenzarla per avvalorare o meno la mia comunicazione.

A conclusione, una riflessione. Per gli evidenti benefici che la Riserva Naturale Marina di Ustica ha creato, ritengo che i componenti dell'Accademia Internazionale andranno fieri per essersi battuti per primi per la realizzazione della Riserva stessa. Soddisfatti certamente anche l'Amministrazione del Comune e della Riserva Marina che vedono arricchire di anno in anno i benefici che questo gioiello sta riservando a favore della comunità.

L'augurio che tutto questo continui nella speranza che vi sia una presa di coscienza sempre più generalizzata sui problemi ambientali.

Prima di concludere desidero menzionare gli Accademici Tridenti d'Oro che considero i miei maestri e che quest'anno ci hanno lasciato: Jacques Cousteau, Aldo Victor De Sanctis, Nestore Ungaro e Piero Solaini. A loro il mio, il nostro, memore grato ricordo per il contributo che sono riusciti a dare a favore della ricerca scientifica attraverso la documentazione cinematografica.

si dovrebbe riuscire a miscelare i gas con densità adeguata per il livello di profondità che bisogna raggiungere, in altri termini si useranno delle miscele, di elio-ossigeno, elio-azoto e ossigeno, elio idrogeno azoto e ossigeno, con composizione differenziata a secondo delle profondità. Che cosa comporta tutto questo? Che potremmo forse fare immergere un uomo a 2-3.000 metri e riportarlo in superficie senza decompressione in quanto l'uso della esatta miscela per fascia di profondità elimina l'assorbimento dei gas inerti nei tessuti e quindi l'uomo riesce a ritornare in superficie completamente desaturato come se fosse stato sempre a pressione atmosferica. È la tecnica informatica che può riuscirvi perché bisogna parametrizzare esattamente l'individuo per poter calcolare i tempi di assorbimento per tutti i tessuti e non più per i quattro tessuti che Victor De Sanctis aveva studiato per il suo decompressimetro e nemmeno dei dodici tessuti dei nuovi decompressimetri, ma su almeno 46 tipi di tessuti. Il discorso si fa molto difficile perché l'uomo può non avere gli stessi parametri per tutti i 46 tipi di tessuti da un'ora all'altra. Basta che si esponga ad una ventilazione che i parametri di assorbimento dei gas inerti dei tessuti saranno differenti di quelli che aveva un'ora prima, prima cioè di sottoporsi all'effetto della ventilazione. È un discorso molto complesso che probabilmente non vedremo realizzato. Informaticamente pensiamo si possa arrivare ad un miglioramento del metabolismo globale del nostro organismo che dovrebbe portarci a un prolungamento delle condizioni vitali. Questi studi hanno portato già degli effetti perché abbiamo potuto constatare che l'invecchiamento tessutale da cui deriva poi la vecchiaia alla quale tutti quanti andiamo incontro, è dovuto a delle sostanze che chiamiamo radicali liberi dell'ossigeno i quali, vengono formati dal nostro organismo e diventano dei veleni biologici aggressivi. Per i radicali liberi alcuni studiosi hanno espresso dei dubbi contro la respirazione iperbarica di ossigeno puro perché ritene-

vano che l'ossigeno fosse il maggiore produttore di questi radicali liberi e quindi potesse innescare i processi di invecchiamento in maniera prioritaria e più veloce. Tutto questo è stato smentito dalle ulteriori ricerche che hanno potuto dimostrare che la concentrazione di ossigeno nei liquidi intra ed extra cellulari del corpo ottenuta con la respirazione iperbarica di O₂ conduce invece ad una maggiore produzione di alcune sostanze che si chiamano *scavengers*, che proteggono i tessuti contro gli insulti dei radicali liberi, fra i quali, soprattutto, la superossidotismutasi la quale non viene prodotta con un tasso ossigenativo pari a quello che si forma nei nostri tessuti con la respirazione di aria a pressione atmosferica. L'aumento di queste sostanze *scavengers* determina una barriera contro gli effetti aggressivi e quindi invecchianti dei radicali liberi. Quanto osservato cambia totalmente il discorso e fa pensare che i radicali liberi non siano prodotti da una iperossia tissutale ma da metabolismi che conducano a forme ipossiche tissutali che non consentano la produzione di sostanze *scavengers* ma solo quella di sostanze radicali. Come vedete stiamo alle soglie di nuove interessanti avventure per l'uomo.

INDICE

| | |
|--|--------|
| L. MESSINA, Introduzione | Pag. 5 |
| G. GIACCONE, Presentazione | » 9 |
| A. LICCIARDI, Saluto | » 13 |
| G. GIACCONE, Il contributo alla conoscenza della biodiversità dell'attività scientifica subacquea | » 19 |
| D. BELLAN-SANTINI, La recherche scientifique subaquatique dans les études environnementales | » 31 |
| R. PALLOTTA D'ACQUAPENDENTE, Saluto | » 37 |
| G. BELLAN, La contribution de la recherche scientifique subaquatique à l'étude des perturbations du milieu marin | » 39 |
| G. NOTARBARTOLO DI SCIARA, Le attività subacquee come supporto alle aree marine protette | » 47 |
| F. DOUMENGE, La vie sous-marine observée par caméras fixes au pied du musée océanographique de Monaco | » 53 |
| S. I. DI GERONIMO, Importanza delle tanatocenosi marine bentoniche | » 59 |
| C. MOCCHEGIANI CARPANO, La ricerca archeologica di Stato | » 73 |
| P. PRUNETI, Il ruolo delle riviste specializzate nella ricerca scientifica | » 79 |
| P. NOTARBARTOLO DI SCIARA, La documentazione cinematografica per la ricerca scientifica | » 87 |
| R. PALLOTTA D'ACQUAPENDENTE, Conclusioni | » 95 |

Pubblicazione curata dal Dr. Giuseppe Tutone, Segretario Tesoriere dell'Accademia

Segreteria: c/o Azienda Autonoma Provinciale per l'Incremento Turistico
Piazza Castelnuovo, 35 - 90141 Palermo - Tel. (091) 6058333 - Fax (091) 582788

Stampa: Grafiche Renna - Palermo