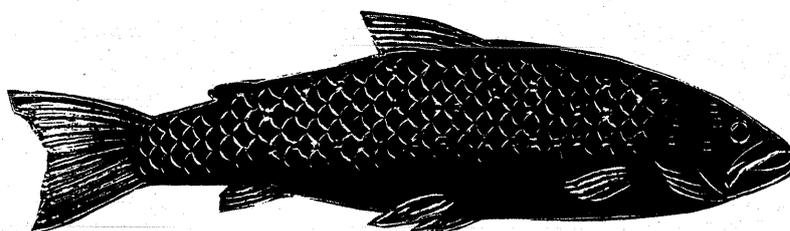


Rapport de mission sur
le premier symposium international sur
le repeuplement des stocks naturels
(*stock enhancement*)

et le pacage marin
(*sea ranching*)

Bergen , Norvège / 8-11 septembre 1997

Jean Claude DAO et Denis LACROIX



IFREMER

Résumé

Ce symposium rassemblant **180 chercheurs de 28 pays** a été centré sur les espèces étudiées par les deux pays leaders dans ce domaine: **le Japon et la Norvège**. L'intérêt a porté principalement sur les poissons (saumons et morue), les Norvégiens apportant de nombreux résultats en matière de salmoniculture extensive, les Japonais apportant leur expérience sur le saumon, la dorade et la limande. Les autres groupes d'espèces ont été peu traités avec quelques exemples à petite échelle mais riches d'enseignements (coquilles, bénitiers, holothuries, ormeaux...). Il faut souligner l'énorme expérience acquise par **le Japon** depuis plus de 35 ans, et l'échelle industrielle des élevages rentables comme des essais: de **3 à 18 milliards de juvéniles sont relâchés par an** pour 35 espèces de poissons, 25 espèces de mollusques, 13 espèces de crustacés et 8 espèces diverses.

La couverture de la problématique a été remarquable: clarté des présentations, qualité des documents, volonté de faire un point complet sur chaque thème: bases théoriques du repeuplement, méthodes et facteurs conditionnant le succès, appréciation des résultats, impacts du repeuplement, gestion des stocks repeuplés, études de cas

Les communications dressent un **inventaire des facteurs de succès en pacage marin**: Qualité des juvéniles au lâcher (incluant la capacité d'échapper aux prédateurs), disponibilité de l'habitat, richesse trophique du milieu, taille optimum au lâcher, méthodes de lâcher et de gestion.

Trois grands domaines nécessitent cependant des recherches importantes: le contrôle des **interactions génétiques** avec les stocks sauvages, la **capacité de charge** du milieu et enfin la préservation des **équilibres de l'écosystème**, notamment l'équilibre sanitaire.

Les problèmes soulevés par le repeuplement et l'élevage extensif montrent l'extrême importance de la bande côtière, baricentre géographique des principaux enjeux actuels de l'exploitation des ressources estuariennes et côtières

- importance d'une **gestion fine de la pêche côtière**, (mêmes outils de suivi)
- positionnement « écologique » de l'aquaculture,
- valorisation de la **lucrative pêche récréative**,
- intégration des soucis **d'éthique d'élevage** des consommateurs,
- **réduction de l'incertitude du cadre juridique** à un niveau acceptable pour les pêcheurs et les entrepreneurs,
- reconnaissance de la **nécessité d'une cogestion** de cet espace et de ses richesses par l'ensemble des acteurs et des bénéficiaires.

mots-clef : repeuplement, pacage, élevage extensif, gestion intégrée

Abstract

This congress, gathering 180 scientists from 28 countries, was focussed on the main species studied by the two leader countries in that field: Japan and Norway. Various species of salmon and cod were studied in detail as norwegian scientists provided several results in extensive sea ranching and as japanese researchers presented numerous experiences with salmon, seabream and flounder. The other group of species were also studied in less numerous but interesting papers (giant clam, abalone, sea cucumber,..).

The huge experience of Japan for 35 years has to be highlighted as this country released each year between 3 to 18 billions juveniles of 35 species of fish, 25 species of molluscs, 13 species of crustacean and 8 other species.

The meeting was perfectly professional: excellent quality of papers and session organisation with the clear will to give a complete overview on all topics. theoretical basis for stock enhancement, methods and factors influencing and measuring success, impacts, cases studies, ...

Several papers listed the recurrent factors of success: quality of juveniles (including capacity to escape from predators), suitable habitat availability, food abundance, optimum size for release, methods for release and management...

Three topics require more research: the control of genetic interactions between raised stock and wild stock, the assessment of the carrying capacity, and the protection of the ecosystem, notably for long term health consideration.

The numerous problems related to the development of the sea ranching and the stock enhancement show the great importance of the sea shore area, geographical « crossroad » of all the major aspects of the exploitation of estuarine and coastal resources:

- importance of a more precise management of coastal fishing
- presentation of aquaculture as an « ecological » activity
- improvement of the profitable game fishing
- accounting of ethic considerations from consumers
- reduction of the uncertainty of the legal frame for fishermen and investors
- development of co-management of this area by all end-users groups

key words : stock enhancement, sea ranching, extensive rearing, release management

Sommaire

Sommaire	Page 4
Introduction	5
1. Bases théoriques du repeuplement	5
2. Méthodes et facteurs déterminant le succès	6
3. La mesure du succès	7
4. Les impacts du repeuplement	8
5. La gestion des stocks renforcés	9
6. Etudes de cas	
6.1. Considérations générales	10
6.2. La morue atlantique	10
6.3. Poissons anadromes et catadromes	11
6.4. Invertébrés	12
6.5. Divers	13
7. Synthèse par les modérateurs	
7.1. Bases théoriques	13
7.2. Méthodes et facteurs déterminant le succès	13
7.3. La mesure du succès	13
7.4. Les impacts	14
7.5. La gestion	14
7.6. Etudes de cas	14
Conclusion	15
<hr/>	
Annexe 1: Chronologie de la mission	17
Annexe 2: Programme scientifique	18

Introduction

Ce point général sur l'état des connaissances en matière de repeuplement et de pacage marin a été décidé à l'initiative de la Norvège avec une participation massive du Japon. Ceci s'explique par l'ancienneté et l'ampleur des programmes japonais dans ce domaine et par le fait que les autorités norvégiennes avaient fait de ces thèmes des objectifs de recherche au cours de la période 1990-97 pour quatre espèces de priorité nationale : saumon atlantique, omble arctique, morue et homard (Programme PUSH).

Ce symposium rassemblant 180 chercheurs de 28 pays a été centré sur les espèces suivies par le programme PUSH, avec une volonté manifeste de faire le point sur l'état de l'art au Japon (3/19 key note speakers, 12 exposés). L'intérêt a porté principalement sur les poissons, les Japonais apportant leur expérience sur le saumon, la dorade et la limande. Les grands absents de ce tour d'horizon ont été l'ombrine dans le golfe du Mexique et les esturgeons.

Les autres groupes d'espèces ont été peu traités avec quelques exemples à petite échelle mais riches d'enseignements (bénitiers, holothurie,...).

La couverture de la problématique a été remarquable: clarté des présentations, qualité des documents, volonté de faire un point complet sur chaque thème:

- bases théoriques du repeuplement
- méthodes et facteurs conditionnant le succès
- l'appréciation des résultats
- impacts du repeuplement
- gestion des stocks repeuplés
- études de cas

La France a été présente par une personne dans le Comité Scientifique d'Organisation (qui s'est fait représenter) et par un unique intervenant invité. Il est à souhaiter que cette représentation légère soit plus étoffée dans les réunions à venir car les concepts et les méthodes exposés indiquent une profonde évolution de la gestion des ressources vivantes côtières, évolution dont l'analyse pourrait être utile à la réflexion stratégique menée actuellement par la Direction des Ressources Vivantes.

1. Bases théoriques du repeuplement et du pacage marin

A. LAUREC (Direction des pêches de la Commission européenne), ouvre le symposium en considérant que le sujet mérite une attention particulière pour les gestionnaires des pêches. Dans de nombreux cas, les réalisations montrent des progrès spectaculaires, et dans la production et dans l'analyse des mécanismes ayant conduit au développement. De nombreuses données sont maintenant disponibles et les programmes sont conduits avec rigueur sur des problématiques bien choisies.

Pour les gestionnaires, l'important est l'aménagement intégré des pêches et du pacage marin/repeuplement, ce qui pose le problème de la nature et du coût des opérations d'aquaculture extensive, mais aussi de la contribution des bénéficiaires dans l'aménagement du domaine public maritime.

Le pacage marin et le repeuplement doivent intégrer les bases de la dynamique des populations (mortalités densité-dépendantes, stock-recrutement, mais aussi les impacts sur l'écosystème). Ils donnent plus d'importance à de nouveaux risques écologiques (introduction d'espèce, biodiversité génétique)

P. DOHERTY (Institut des sciences marines; Australie) traite le problème du **recrutement** comme facteur limitant du soutien des stocks naturels. Il s'appuie sur l'exemple des écosystèmes coralliens qui permettent d'aborder l'équilibre entre les communautés de poissons en absence de pression de pêche. Les abondances sont déterminées par les changements physiques, les niveaux de prédation et les variations de l'approvisionnement en larves, et chaque population joue sur une échelle de temps différente. Il en conclut qu'il existe un potentiel pour le repeuplement, non systématique pour toute situation, et qu'il dépend en priorité d'un choix décidé à partir d'une approche économique des coûts.

E. KIRKEGAARD (Institut de recherches pour les pêches du Danemark) reprend l'analyse de la FAO sur l'état des pêcheries et de l'aquaculture dans le monde, mentionnant la part de chaque mode d'exploitation, l'importance des rejets dans la pêche, et la situation de surexploitation de près de 70% des stocks. La gestion des pêches a montré ses carences et ses limites.

Les programmes de repeuplement doivent être évalués en compétition avec les autres modes de gestion, et l'évaluation doit se faire en prenant en compte la **durabilité**, en plus des facteurs de coûts, de productivité et des captures. A ce titre, les risques de dérive génétique et écologique deviennent importants. Au stade actuel, le repeuplement n'apparaît pas comme une alternative mais un complément de la gestion des pêches.

I CHIU LIAO (Institut de recherches sur les pêches de Taïwan) décrit comment le pacage marin et le repeuplement peuvent soutenir et augmenter les pêches côtières. Dans le monde, **plus de 100 espèces** font l'objet de travaux. Ils portent sur la sélection d'espèces, la biodiversité des reproducteurs, la production et les méthodes de lâcher des juvéniles, leur adaptabilité, les effets de densité, l'aménagement physique du milieu (récifs artificiels) les mesures de gestion et la formation des exploitants. De nouvelles pistes sont apparues: le pacage marin avec des animaux stériles (triploïdes), la création d'up-welling artificiel et l'intervention sur la chaîne alimentaire (enrichissement).

T. PEDERSEN (Université de Tromsø, Norvège) modélise la dynamique d'une population sauvage de **morue** auquel s'additionne un stock de repeuplement. Le modèle multispécifique est adapté à la situation d'un fjord, et il prend en compte le nombre et la taille des poissons lâchés, différentes valeurs de mortalités par la pêche, les prédateurs des morues et leurs compétiteurs. Sur une surface de 55 km², la biomasse en morue est estimée à 220 tonnes et les recaptures à 25 tonnes. Les pertes par prédation sont de 10 t/an par cannibalisme et de 3 t/an par les cormorans et les phoques. Le cannibalisme est le facteur de régulation principal. La pêche intensive (taille minimale : 40 cm) favorise le développement des poissons lâchés et accroît le taux de recapture et les rendements.

2. Méthodes et facteurs déterminant le succès

N. OKEI (Japon) étudie le cas d'école que constitue la survie d'une espèce relâchée dans le milieu naturel (**ormeau**) quand la pression de prédation est forte (pieuvre). Il observe expérimentalement que la prédation est nulle à 10°C et rapide à 20°C. Or on trouve des eaux à 10° à partir de 10 m de profondeur. Il faut donc semer les juvéniles d'ormeaux à plus de 10 m en début de saison froide.

H. OTERA (Norvège) teste le taux de recapture sur des juvéniles de **morues** relâchés dans deux types de sites (mer ouverte/fjord) et deux habitats (kelp algal/fond sableux). Il note que le fjord est un meilleur milieu d'accueil quel que soit le substrat. La taille au

lâcher est un facteur de survie bien plus significatif. Cependant, les résultats de survie sur un an restent faibles (2-5%) en raison d'une forte pression de prédation des cormorans.

M. SVENNING (Norvège) cherche à savoir si l'anadromie de *Salvelinus alpinus* est influencée par la capacité trophique des lacs. Il met en évidence que plus le lac est riche, plus les migrants partent jeunes et nombreux (test sur 36.000 individus).

Tim ELLIS (GB) montre que l'accoutumance des juvéniles de **sole** d'écloserie au milieu naturel augmente significativement leurs chances de survie. La période d'accoutumance au fond sableux doit être de 12 j au minimum et peut aller jusqu'à 60 j.

R. YAMASHITA (Japon) présente une **remarquable synthèse** des travaux japonais d'élevage extensif de la limande *Paralichthys olivaceus* de 1980 à 1990. Cette espèce est la plus étudiée des 30 espèces testées au Japon depuis 20 ans. Il classe ainsi les 8 principaux facteurs de succès:

1. « Qualité » des juvéniles au lâcher (possession des réflexes d'adaptation au milieu naturel)
2. Habitat disponible
3. Saison: recherche de la plus grande richesse trophique du milieu (ex: bloom de mysidacées en avril, proie de prédilection pour les jeunes limandes)
4. Taille: il existe un optimum très net (qui n'est pas la plus grande taille)
5. Méthode de lâcher
6. Diversité génétique (à explorer)
7. Capacité de charge du milieu (méthodes d'évaluation à améliorer)
8. Méthodes de gestion de la pêcherie

3. La mesure du succès

S. KIDATA (Japon) étudie les taux de retour de plusieurs espèces ce qui lui permet de les classer en 3 catégories:

- | | |
|------------------|---------------------------------|
| 1. Rentables | saumon, coquille |
| 2. Sub-rentables | ormeau, daurade, limande |
| 3. A l'étude | crevettes, crabes, oursins, etc |

L'amélioration de la rentabilité économique passe avant tout par la réduction du coût des juvéniles (production de masse d'écloserie) et la prise en compte de l'écosystème pour le lâcher.

G KNAPP (EUA), économiste à Anchorage (Alaska), rappelle d'abord que la découverte du pétrole en Alaska en 1972 a décuplé les ressources de l'Etat. Celui-ci a décidé d'investir massivement dans les écloseries de **saumon** (30 écloseries construites entre 73 et 85) ce qui a conduit à une production issue de semis d'environ 40.000 T. La pêche privée en estuaire et les écloseries se partagent les recaptures dans une proportion stable de 70%-30%. Mais la croissance de l'aquaculture scandinave fait baisser les cours et réduit la part de l'Alaska sur le marché mondial. D'où la colère des pêcheurs qui considèrent que l'Etat est responsable de la chute des cours précisément au moment où celui-ci cherche à se désengager des écloseries au profit de structures de gestion non lucratives. Mais l'analyse de la structure financière des fermes montre que celles-ci ne sont plus rentables sans aide de l'état...

Il conclut en recommandant de tracer dès le début un cadre légal précis permettant l'initiative privée plutôt que de subventionner massivement des écloseries publiques.

K. ISHINO (Japon) étudie le taux de recapture de 223.000 juvéniles de **limande** marqués puis lâchés en 126 groupe de 1985 à 1994. Le taux de recapture déclaré par les pêcheurs est de 0.587 % alors qu'un échantillonnage sur les marchés de la région révèle un taux de récupération moyen de 10,4%, soit 20 fois plus!

A. AGNALT (Norvège) a suivi l'évolution de 130.000 jeunes **homards** lâchés de 1990 à 1994. Il estime que le taux de recapture à la taille légale varie de 5 à 8 %, ce qui est insuffisant pour redresser une pêcherie surexploitée.

D. ZIEMANN (Hawaï, EUA) présente un ambitieux programme de pacage marin d'un poisson local, populaire, surpêché et cher: ***Polydactylus sexfilis***. Les essais sont menés sur 3 tailles, 2 habitats et 3 saisons. Les résultats permettent de définir une méthode de lâcher mais de nombreuses questions restent en suspens: capacité de charge du milieu, génétique du stock, choix du mode de faire valoir: pêche ou loisir.

4. Les impacts du repeuplement

T. CROSS (Univ. de Cork, Irlande) étudie la variabilité génétique de différentes espèces élevées. Il recommande le respect de quelques règles simples bien que contraignantes:

1. Renouvellement des géniteurs à hauteur de 100 ind. / an
2. Eviter de mélanger les stocks élevés et sauvages
3. Sélectionner les marqueurs moléculaires les mieux adaptés
4. Prendre soin de ne pas affecter l'image de l'aquaculture

J. GISKE (Univ. de Bergen, Norvège) rappelle que le problème central de la capacité de charge est sa mesure. Malthus introduit ce concept en 1800 en remarquant que l'équation d'évolution de la population est la même pour la Norvège et les Etats-Unis:

$$dN/dt = rN \quad (\text{avec mêmes valeurs de } r \text{ et de } N)$$

Il observe qu'il est beaucoup plus efficace de réduire les prédateurs que de stimuler la production des « proies » que l'on veut élever. Par ailleurs, les modélisations stochastiques conservent la pyramide des âges en structure mais pas en valeur absolue, ce qui annule toute capacité prédictive en matière de capacité de charge.

R. REISENBICHLER (Seattle, EUA) étudie les effets de semis sur la capacité de charge et les caractéristiques biologiques de la **truite**. Il observe que la domestication réduit certaines performances (comme le nombre d'oeufs par ponte) puis aboutit à un équilibre. Le danger est surtout le mélange des stocks élevés et des stocks sauvages.

Y HARADA (Japon) évalue les moyens de réduire les risques génétiques dans le pacage marin. il recommande de:

1. Ne prendre que des géniteurs sauvages à chaque génération
2. Elever séparément les populations d'écloserie
si le risque de mutation d'écloserie est important

K. JORSTAD (Bergen, Norvège) rappelle que le Ministère norvégien des Pêches avait demandé dès 1989 un programme de pacage « sain au plan génétique comme au plan environnemental ». Quelques travaux ponctuels ont été menés à partir de 90 ou 91 sur le saumon, l'omble, la morue et le homard, mais l'évaluation des risques reste très incomplète. Elle est d'autant plus justifiée que les variations intra-sites et inter-sites sont importantes.

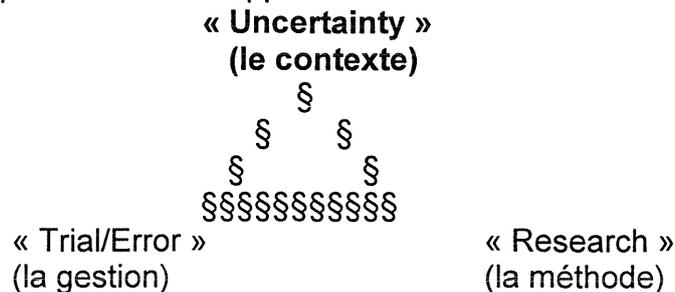
P. HUTCHINSON (Edimbourg, GB) décrit le travail de l'agence écossaise de préservation de l'environnement NASCO. Il évalue à 2 millions le nombre de smolts échappés des éclosiers en 1995. Il réclame un code de déontologie pour le pacage marin comme pour l'aquaculture afin de respecter les stocks sauvages sinon il prédit:

1. l'affaiblissement des 2 formes d'élevage
2. la dégradation de l'image de toute forme de culture
3. des surcoûts de lutte contre les épizooties
4. la perte de biodiversité

En conséquence, il recommande une stratégie spécifique de recapture, la protection totale de certaines zones et la production d'animaux stériles.

5. La gestion des stocks renforcés

A. HALLENSTVEDT (Univ. de Tromsø, Norvège) commence par rappeler que la salmoniculture norvégienne a dépassé en 1989 la valeur de toutes les pêches de ce pays. Il décrit alors le « tripode » du développement:



La recherche est la méthode pour savoir poser les bonnes questions. La gestion ne s'enseigne pas, elle s'apprend par la pratique. **Le contexte** est le point le plus délicat:

- a) incertitude sur le cadre institutionnel du régime de propriété
- b) incertitude sur la répartition des richesses créées

Il conclut avec conviction: « Quand l'incertitude est grande, la recherche ne peut prendre le risque d'une action mal perçue par l'opinion publique. Elle doit associer le corps social à cette problématique pour lui faire endosser la responsabilité des choix »

C. LERIA (Bureau légal de l'OAA) conforte l'appréciation de son prédécesseur. En matière de « res nullius », statut des animaux en liberté le principe de base reste la liberté de capture. Il existe un énorme déficit de réglementation en matière de gestion des ressources nationales et internationales, d'environnement et de droits de propriété.

K. IMAMURA (Japon) montre que, dès le lancement en 1963 des premiers programmes de pacage marin, une loi-cadre a fixé les règles de coopération de tous les acteurs impliqués au sein d'une structure de concertation régionale unique:

- Préfectures maritimes
- Agence des pêches
- Recherche
- Associations de pêcheurs

Ce système a très bien fonctionné: 90 espèces étudiées, 16 programmes nationaux, 53 éclosiers spécialisés en 30 ans! Cet effort a été mené comme une politique complète intégrant la sensibilisation des pêcheurs à la sauvegarde de leur environnement, le souci de l'amélioration de leurs revenus, l'aménagement du littoral, des habitats d'accueil, la formation à des méthodes modernes de gestion. « **Tout cela a été rendu possible parce que l'incertitude initiale du cadre juridique a été réduite à un niveau acceptable pour les pêcheurs et les entrepreneurs** »

6. Etudes de cas

6.1. Considérations générales

D. BARTLEY (OAA) présente une perspective globale du pacage marin, secteur dans lequel une forte demande est apparue sans perception précise des limites. 20 pays le pratiquent avec 1 à 4 espèces; 2 pays le développent pour plus de 15 espèces: le Japon et la Norvège.

Les objectifs sont toujours les mêmes: augmentation du revenu des pêcheurs, conservation des stocks, développement d'activités de loisir. Les critiques les plus courantes portent sur le manque d'efficacité, l'absence de rentabilité et les menaces sur la biodiversité. De nombreuses conventions internationales existent mais elles sont limitées dans l'espace et manquent de moyens de contrôle. Elles concernent cependant un nombre croissant d'espèces (150 en 1984; 250 en 1994).

La convention en cours d'étude sur la biodiversité prépare une analyse critique serrée du pacage marin et de l'aquaculture dans le but de disposer d'outils précis de suivi de l'impact de ces deux formes de développement de la production marine.

J.C. DAO (Ifremer, France) fait le point sur les élevages extensifs de la coquille *Pecten maximus* en Europe. Les exemples dans le monde sur ce groupe d'espèces sont probants mais l'élevage débute en France, Irlande, Ecosse et Norvège. Les étapes techniques sont maîtrisées pour la partie aquacole (écloserie, captage, élevage intermédiaire) comme pour la partie halieutique (semis et grossissement, recaptures). Les problèmes se situent au niveau des risques d'entreprise (approvisionnement régulier en juvéniles) et sur la régulation de l'accès au domaine public maritime pour pratiquer une activité privatisée.

P. ROTH LISBERG (Australie) présente d'abord les caractéristiques du succès du pacage marin de *Penaeus chinensis* en Chine (recapture: 5 à 15 %). L'application de méthodes similaires pour *P. esculentus* près de Brisbane (Aust.) ne donne pas de résultats convaincants et soulève le principal problème: la non rentabilité,

6.2. La morue atlantique

La morue atlantique est une des espèces-cibles du programme norvégien P.U.S.H. (Programme pour le Développement et l'Encouragement au Pacage Marin) Elle a été retenue notamment à cause d'une longue période de recrutement faible sur les côtes (1976-81) et la reconnaissance d'un état des stocks préoccupant (1984-92), mais aussi d'un savoir-faire en écloserie. Ce dernier point n'a pas été abordé, et toutes les communications au cours de l'atelier morue (10 présentations) ont été consacrées aux observations de grossissement. Il a été fait le point sur le restockage de jeunes **morues** en Norvège en rappelant que la première écloserie date de 1884 et qu'elle a fonctionné jusqu'en 1971! De 1986 à 1994, 2,5 millions de juvéniles de 10 g ont été relâchés en divers points du littoral norvégien, dont 1 million marqués.

La morue a fait l'objet de nombreuses actions d'étude par différentes équipes sur toutes les côtes de la Norvège, jusqu'à la partie arctique et dans les fjords. L'échelle de l'opération et les lieux (nombre d'animaux et durée du programme par localisation géographique) les conditions de lâchers (taille, nombre, environnement), les comportements des animaux (sauvages/issus d'élevage, stocks côtiers et migrations), la prédation (cormorants, cannibalisme), les recaptures (marquages, identification des pêches) ont été exposés.

Les lâchers depuis 1983 indiquent un taux de recapture variant de quelques % à 25%. Ces taux dépendent de la taille de lâcher, mais une part importante a été reprise à une

taille encore petite (habitude des pêcheurs à la ligne). Les résultats montrent que la morue subit une forte prédation au stade juvénile, reste côtière, migre peu (moins de 50 km) et croît nettement plus vite au Sud qu'au Nord. Ces taux de retour sont intéressants pour montrer que les techniques utilisées permettent de bien décrire les phénomènes à l'échelle des sous-populations génétiques, sont positifs parce que mettant en jeu des techniques encore embryonnaires (écloserie, taille au lâcher et acclimatation). Ils restent insuffisants pour que le pacage marin soit économiquement compétitif avec la pêche professionnelle. La rentabilité exigeant 32% de taux de recapture alors que le taux moyen n'est que de 12%, la seule voie actuelle serait celle d'une pêche sportive aménagée. **Il n'est apparemment pas envisagé de pérenniser le programme PUSH sur cette espèce.**

6.3. Poissons anadromes et catadromes

B. FINSTAD (Trondheim, Norvège) présente les essais successifs de lâcher d'omble *Salvelinus alpinus* sur le littoral du Finmark (Nord-Norvège). Il établit que de taux de retour peut atteindre 17% si les pré-smolts sont lâchés dans la partie basse des rivières. Cependant, la croissance reste la moitié de celle des animaux sauvages, ce qui explique que la rentabilité soit hors d'attente actuellement;

T. HEGGBERGET (Trondheim, Norvège), fait le bilan de 558.000 **smolts** relâchés en 54 groupes de 1989 à 1996. Le taux moyen de recapture se situe à 20% dont

- 45% en rivière (meilleur taux si lâcher en amont de la trappe)
- 30% dans les fjords
- 10 % à la côte
- 15 % au large

La meilleure rentabilité est celle de la pêche sportive en rivière, qui représente déjà 45% des prises (canne de loisir)

N. A. HVIDSTEN (Trondheim, Norvège), étudie les résultats de recapture de *Salmo salar* selon le lieu de lâcher (en rivière ou au large) et après usage de différentes méthodes d'accoutumance. Les taux de retour sont très faibles avec un avantage systématique pour les lâchers au large (1,6 à 2% contre 0,1 à 0,5%)

M. KOYABASHI (Japon), présente les résultats de différents lâchers du saumon *Oncorhynchus masou* de 1991 à 1995, avec des groupes de 30.000 à 77.000 parrs précoces (jeunes smolts) après accoutumance de 5 jours à l'eau de mer. Les taux de retour à 2 ans varient de 0,34 à 5% suivant la taille au lâcher (meilleur à 35g. qu'à 20 g.) et la période (opt. : mi-mai)

M. KAERIYAMA (Japon), brosse un vaste tableau des essais de lâcher de pré-smolts de saumon « **Chum** » et « **Pink** » dans les eaux japonaises de 1963 (2% de taux de retour) à 1995 (15%). Les lâchers peuvent atteindre **2 milliards** d'individus par an. La clef de ce progrès est double: d'abord une bonne technologie de lâcher (taille, lieu, période, accoutumance) ensuite, le choix de la période de richesse trophique maximale, elle-même liée au climat, mesuré par l' « Atmospheric Circular Index » (ACI).

Il conclut en recommandant trois actions:

- développer les connaissances sur la biotechnologie du lâcher
- mettre au point des indicateurs plus fiables et plus précis pour le suivi des lâchers
- SEPARER les rivières « sauvages » et celle utilisées pour l'élevage libre afin de préserver la diversité génétique, en régression depuis le développement des élevages.

P. CADWALLADER (Brisbane, Australie), présente l'organisation des commissions chargées de gérer les programmes de pacage marin de poissons en Australie. Trois aspects doivent être pris en compte par la « Management Advisory Commission », regroupant tous les acteurs sous l'autorité d'un président indépendant: durabilité, rentabilité et équité. La première application de cette structure concernera le barramundi *Lates calcarifer*.

6.4. Invertébrés

Y. BASTIEN (Canada) décrit le programme de restockage de *Placopecten magellanicus* autour de l'île Magdalene, dans l'estuaire du St Laurent, à la suite de la chute des pêches (3.000 T. en 1970 contre 2.000 T. en 1990). Les techniques de captage, de prégrossissement, d'ensemencement, de suivi sont au point. Les résultats restent encore insuffisants (6,5 % de taux de recapture contre 50% au Japon) pour viser la rentabilité (estimée à 33%). Les deux principaux problèmes concernent les prédateurs et le mode légal d'exploitation de cette ressource créée.

P. COOK (Afrique du Sud) rappelle que l'ormeau d'Afrique vaut très cher sur le marché japonais (45 \$/kg entier!), ce qui a conduit à une surpêche légale puis illégale dans ce pays dans des proportions qui conduisent à des affrontements avec la police!. Cinq fermes surdimensionnées visent l'élevage extensif près de la frontière namibienne. La survie reste médiocre (25 à 39% à 6 mois) mais les études financières montrent que la rentabilité sur le moyen terme est bonne à partir de 7 % de taux de recapture.

T. CROWE (Australie) étudie l'évolution depuis 1983 de lâchers de 1.000 à 30.000 juvéniles « troca » *Trochus niloticus* dans différents archipels du Pacifique Sud. Le taux de recapture est très variable (0,3 à 33%), faible en général (prédation, migration, tempêtes). L'hypothèse de l'intérêt du restockage n'a pas été vérifiée surtout qu'une seule étude a fait un point zéro.

N. ANDREW (Australie) compare les taux de survie d'ormeaux restockés selon l'élimination ponctuelle (« Pulse ») ou l'élimination régulière (« Press ») de leur compétiteur habituel, l'oursin. La meilleure solution est la pêche régulière d'oursins (dont les gonades sont vendues) en améliorant l'habitat.

C. BANNISTER (Cefas, Lowestoft, GB) fait le bilan des essais d'élevage extensif du homard européen *Homarus gammarus*, crustacé cher, surpêché, à croissance lente. Depuis 1885, des essais de grossissement en milieu naturel ont été tentés par de nombreux pays avec des lâchers variant de 25.000 à 200.000 individus. Les taux de recaptures (3 à 9 ans) varient de 1 à 2%, ce qui est décourageant pour toute éclosion privée. En cas d'effondrement du stock, il n'est même pas certain de pouvoir reconstituer le cheptel, en raison de nombreux problèmes techniques et financiers non résolus.

J. BELL (Iles Salomon) s'emploie à reconstituer les stocks de bénitiers (9 espèces de *Tridacna* et notamment *T. gigas*) actuellement surpêchés dans tout le Pacifique sud. L'objectif est double: la production de masse de juvéniles d'éclosion pour reconstituer les stocks naturels déprimés et la mise en place de véritables fermes d'élevage afin d'alléger la pression de pêche sur le milieu naturel.

Grâce à un système d'alvéoles artificielles dans le corail pour la protection des jeunes bénitiers pendant les 4 premières années (!), la survie atteint 50% malgré de fortes densités, contre 3% dans la nature. 17 pays sont engagés dans de campagnes de restockage, notamment les Philippines et les îles Salomon. Le lancement de fermes est la seule réponse au problème du vol fréquent des sub-adultes.

S. BATTAGLENE présente le pacage marin de l'**Holothurie**, *Holothuria scabra*, dans l'Indo-Pacifique tropical comme une des potentialités à développer : production de juvéniles en aquaculture sans problème apparent, animal sédentaire dans des eaux peu profondes, et zones propices nombreuses (habitats de mangrove, d'herbiers), prix alléchants sur le marché asiatique.

6.5. Divers

M.S. SU (et I.C. LIAO, Keelung, Taïwan) montre que les 20 lâchers de 3 espèces de crevettes (*Metapenaeus ensis*, *P. monodon* et *P. semisulcatus*) depuis 1982 à Taïwan n'ont pas donné de résultats probants (taux de retour de 0,3 à 7%), excepté le fait que la croissance est 2 à 3 fois celle observée en bassin! Deux problèmes majeurs devront être résolus avant tout développement: la conservation de la diversité génétique et le contrôle du risque pathologique.

C. W. PARK (Corée) étudie les modalités d'alimentation du « rockfish » **Sebastes schlegeli** afin d'en proposer l'élevage extensif sur habitat artificiel. Il montre ainsi que les animaux s'alimentent principalement la nuit et apprennent rapidement à venir manger à une fréquence régulière.

T. IMAI (Yokohama, Japon) décrit la chute des prises de la daurade japonaise **Pagrus major** en baie de Tokyo (136 T. à 30 T). Des lâchers réguliers de juvéniles depuis 1978 amènent à une remontée des prises à partir de 1990 (40 à 60% de recapture!). L'Etat veut se désengager d'un programme qu'il finance à 75%. Mais les pêcheurs refusent de prendre le relais pour une ressource artificielle non appropriable.

7. Synthèses par les modérateurs

La dernière demi-journée était consacrée à la présentation des synthèses des sessions par les modérateurs, exercice très utile pour toute l'assistance, notamment en raison de l'existence de sessions parallèles.

7.1. Bases théoriques du repeuplement et du pacage marin

Bari HOWELL (Cefas, Lowestoft, GB) constate que le bien-fondé scientifique du repeuplement se heurte à beaucoup d'incertitudes dont l'énorme mortalité peu après le lâcher des juvéniles. Il apparaît un besoin incontestable de plus de précision dans le suivi des très nombreuses tentatives menées par différents pays, sachant que plusieurs d'entre elles sont restées sous-exploitées au plan scientifique.

Les trois contraintes majeures que les techniques de repeuplement et de pacage marin doivent impérativement prendre en compte sont:

- les risques de perturbation génétique des stocks naturels
- les risques d'introduction de nouvelles pathologies
- les risques de déséquilibre durable de l'écosystème

7.2. Méthodes et facteurs déterminant le succès

L. BLANKENSHIP (EUA) fait l'inventaire des facteurs de mortalité des juvéniles au lâcher et insiste sur la nécessité d'un apprentissage des juvéniles pour réduire leur vulnérabilité extrême aux prédateurs dans les premiers jours.

7.3. La mesure du succès

K. LEBER (EUA) rappelle que la première condition d'une rentabilité minimale de l'élevage extensif est l'écrasement du coût des juvéniles en écloserie de production de

masse, ce qui suppose des investissements généralement élevés. Or trop d'incertitudes demeurent sur les conditions d'une survie acceptable dans le milieu naturel, ce qui en fait une activité très risquée au plan financier.

La seule solution est « l'appropriation du risque » par la communauté des pêcheurs, comme au Japon. En attendant une évolution similaire dans les pays occidentaux, l'approche scientifique doit être développée pour réduire les incertitudes.

7.4. Les impacts du renforcement des stocks

S. KITADA (Japon) souligne que deux domaines sont à suivre en priorité en matière d'impact:

- Ecologie: problème de la capacité de charge difficile à mesurer et de la connaissance toujours insuffisante de l'écosystème
- Génétique: le contrôle de la dérive génétique et la sauvegarde du stock sauvage

7.5. La gestion des stocks renforcés

D. BARTLEY (OAA) formule deux remarques essentielles: d'abord la gestion des stocks repeuplés doit impliquer tous les acteurs pour éviter le rejet et porter ses fruits sur le long terme; ensuite les recommandations concernant la protection de la durabilité sont prioritaires car c'est la condition de leur acceptabilité sociale et de leur efficacité à terme.

7.6. Etudes de cas

Considérations générales

J. BELL (Iclarm) constate que le renforcement des stocks et l'élevage marin libre ont beaucoup progressé mais l'analyse des problèmes récurrents révèle l'absence de rentabilité en première approche, un déficit important en matière de connaissances sur les écosystèmes et de besoins urgents en matière juridique.

La morue atlantique

T. SVASAND (Norvège) observe que les essais sur cette espèce concluent à un échec biotechnique mais à de grands progrès en matière de biologie des pêches et de méthodologie.

Poissons anadromes et catadromes

T. HEGGBERGET (Norvège) décrit les quatre « challenges » du futur proche:

- a) réduire les interactions négatives avec les stocks sauvages (génétique...)
- b) optimiser les technologies pour améliorer la survie et la recapture
- c) aménager les habitats d'accueil pour fiabiliser la pérennité du stock
- d) l'avenir du saumon est dans la pêche sportive

Invertébrés et divers

C. BANNISTER (GB) évalue le potentiel de maîtrise des espèces candidates

- a) le homard est attrayant mais mettriez-vous votre argent dedans?-NON
- b) la coquille québécoise est prometteuse mais encore trop vulnérable
- c) le concombre de mer a des atouts mais sa technologie doit progresser
- d) le troca nécessite encore beaucoup d'études pour être élevable.
- e) le bénitier bénéficie d'un très bon lien précoce recherche-producteurs

Conclusion

La biologiste chargée de la coordination des programmes de R&D au Ministère norvégien des Pêches et de l'Aquaculture nous a confié que l'Etat veut transférer toute la recherche en salmoniculture au secteur privé. En revanche elle considère que c'est la responsabilité de l'Etat de mener les recherches sur la diversification et l'élevage extensif marin.

Par ailleurs, elle anticipe une forte demande en matière d'éthique d'élevage: « Il faut nous préparer à nous adapter à cette demande du public comme pour les baleines. Le gouvernement norvégien sait qu'il est laborieux de se battre contre l'opinion internationale et l'affectivité des gens.. »

Cette anecdote montre la part croissante du souci « d'acceptabilité sociale » des décideurs pour ce qui concerne la politique de mise en valeur des ressources aquatiques. Les principaux enseignements de cette réunion de très bon niveau scientifique général peuvent être résumés en 5 points:

1. L'importance de la bande très côtière pour de nombreuses espèces et le rôle primordial de la qualité des habitats

La répartition des poissons adultes traduit une colonisation générale du plateau continental, alors que le cycle biologique indique une phase larvaire pélagique avec retour vers les zones de moins de 20 mètres de profondeur, puis une phase benthique de nourricerie. Celle-ci est autant dépendante de la qualité de l'habitat que du reste de l'écosystème (abondance trophique). Toutes les expériences de lâcher mettent en valeur l'importance du comportement des animaux pour la recherche de protections physiques, lors des effets de prédation, avec une supériorité des animaux sauvages (apprentissage, sélection).

De nombreuses espèces en France, mollusques (bivalves, céphalopodes), crustacés (crabes, araignée, homard), poissons (plies, soles, bar, lieu jaune, rouget, dorades,...) dépendent de la qualité de la bande côtière. Tout développement de leur élevage par pacage exige des travaux précis de biologie et d'éthologie notamment pour la phase fragile de l'introduction dans le milieu.

2. Le changement d'échelle de la gestion des stocks: de la notion d'aire géographique étendue et floue à la notion de population génétique

L'étude des caractéristiques biologiques du saumon indique que la gestion des pêches par grande zone géographique n'a pas beaucoup de sens. Chaque rivière a sa population autonome, fruit d'une sélection naturelle. Le comportement de « homing » peut être généralisé, même s'il est moins marqué pour de nombreuses espèces. Mais il est probable qu'un stock (concept CIEM) soit une mosaïque de populations inter-dépendantes.

En conséquence, l'approche scientifique de la gestion des stocks doit intégrer la vérification de la communauté ou de l'indépendance des populations locales. La génétique moderne permettant de différencier populations sauvages et élevées, apparaît d'une grande utilité pour l'halieutique. Les échantillonnages au débarquement devraient permettre de discriminer le poids des différentes populations après marquage physique (énormes progrès récents de techniques) ou génétique (méthodes moléculaires, exploitation des particularités phénotypiques). Cette approche deviendrait partie intégrante des programmes halieutiques, comme c'est le cas pour les pays leaders dans ce domaine comme le Japon..

3. La place actuelle et future du pacage marin

Le pacage marin consiste à apporter dans le milieu naturel des juvéniles d'écloserie qui utilisent la productivité de l'écosystème. Si la biomasse additionnelle de reproducteurs provoque un recrutement supplémentaire, on parle de repeuplement.

En France, avec l'arrêt du programme de saumon atlantique au Conquet, cette option d'aménagement se limite à la conchyliculture des huîtres, des moules et de la palourde. La pectiniculture, même si elle vient de passer son examen de rentabilité théorique dans un système d'exploitation de la pêche, doit encore réussir son insertion sociale.

Les responsables norvégiens des essais de pacage de morue montrent clairement que les coûts de production ne sont acceptables que dans une optique de pêche récréative ou la restauration d'une ressource épuisée. De fait, la pêche de saumon en eau douce dans les rivières bretonnes déclenche un mouvement touristique jugé positif pour l'économie locale par les promoteurs.

Cependant les Japonais montrent que pour la dorade, il est possible de maintenir un comportement sédentaire et une dépendance d'un habitat (sons, alimentation régulière distribuée sous une bouée fixe, etc). Ces améliorations permettent de concentrer les animaux autour de récifs artificiels. Ce type d'aménagement a déjà cours aux Etats-Unis (Floride), à Taïwan, et à plus grande échelle, au Japon.

4. Le pacage marin intègre les contraintes issues des mouvements écologiques et des principes de précaution

L'image auprès du grand public de l'exploitation des ressources vivantes marines en France comme dans le monde n'est pas très favorable: l'aquaculture serait polluante, gourmande en beaux sites, ferait des produits « industriels » médiocres et jouerait les apprentis-sorciers en perturbant l'équilibre génétique naturel.

La pêche serait une activité sans respect des animaux, sacrifiant des espèces protégées et gaspillant les ressources.

Par contraste, le pacage marin, activité extensive »douce », serait une réponse mieux adaptée aux besoins croissants du marché comme au souci d'éthique des consommateurs.

5. Le rôle « éducateur » du pacage marin

Le pacage marin demande de nouvelles connaissances sur la biologie des animaux et leur comportement dans le milieu marin. C'est une réponse à la demande sociale qui se fait de plus en plus exigeante sur la traçabilité des produits de consommation, sur la connaissance et le respect de la nature et du patrimoine vivant.

C'est ainsi un excellent vecteur pour mieux faire comprendre la complexité de la gestion des ressources marines et la responsabilité de tous les acteurs de leur gestion globale. L'expérience du Japon dans ce domaine est remarquablement riche et pourrait être mieux exploitée.

Annexe 1: Chronologie de la mission

Dimanche 7 Septembre 1997

Arrivée de Jean-Claude DAO à Bergen via Paris

Enregistrement

Lundi 8 septembre

Cérémonie d'ouverture

Conférence d'introduction (A. LAUREC); session 1

Arrivée de Denis LACROIX via Londres

Session 2

Visite de l'Institut des pêches de Bergen

Mardi 9 septembre

Session 3

Session 4

Présentation des posters

Visite sur le terrain

Mercredi 10 septembre

Session 5

Session 6

Dîner de gala à la Hakonshalle

Jeudi 11 septembre

Session 6

Cérémonie de clôture

Vendredi 12 septembre

Retour de JC DAO sur Brest et D. LACROIX sur Nantes

Scientific Programme

Sunday 7 September, 1700-2200

1700-1900 Registration at **Radisson SAS Royal Hotel**, Bergen

1900-2200 Getting together (in meeting room **Vågen** at Radisson SAS Royal Hotel)

Monday 8 September, 0800-1430

0800-0900 Registration at **Radisson SAS Royal Hotel**, Bergen

0900-0930 Opening ceremony at **St. Mary's Church** (100 m walk from the Radisson SAS Royal Hotel)

0945-1000 Opening Symposium at **Radisson SAS Royal Hotel** by **Ministry of Fisheries, Secretary General Gunnar Kjønnøy**

1000-1040 (24) Introductory lecture: **Alain Laurec* (EC)**: Can the conditions for a successful enhancement or sea ranching be defined

1040-1100 Coffee

Session 1. Theoretical basis for stock enhancement

Chairman: **Bari R. Howell (UK)**

1100-1130 (26) **Peter J. Doherty* (Australia)**: Recruitment limitation as the theoretical basis for stock enhancement.

1130-1200 (27) **Eskild Kirkegaard* (Denmark)**: Stock enhancement and sea ranching as an alternative to traditional management

1200-1230 (28) **I-Chiu Liao* (Taiwan)**: How can stock enhancement and sea ranching help sustain and increase coastal fisheries

1230-1250 (29) **Torstein Pedersen and Kjell Kr. Olsen (Norway)**: Is there a conflict between rational management of wild cod stocks and cod (*Gadus morhua* L.) enhancement success?

Monday 8 September, 1430-1750

Session 2 Methods/factors influencing success

Chairman: **Lee Blankenship (USA)**

1430-1500 (31) **Kenneth M. Leber*** (USA): Experimental approach to stock enhancement in Hawaii

1500-1530 (32) **Katsumi Tsukamoto*** and **Reiji Masuda (Japan)**: Cultured fish behaviour and quality

1530-1550 (33) **Anne Gro Vea Salvanes** and **Beatriz Baliño (Norway)**: Advection and predation; two factors limiting the success of stock enhancement of cod.

1550-1620 Coffee

1620-1640 (34) **Noriyuki Okei (Japan)**: Decrease of hatchery-produced abalone by the predation of octopus

1640-1700 (35) **Håkon Otterå, Tore S. Kristiansen, Terje Svåsand, Mariann Nødtvedt** and **Asbjørn Borge (Norway)**: Sea-ranching of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.), effects of release strategy on survival

1700-1720 (36) **Martin-A. Svenning** and **A. Klemetsen (Norway)**: Increased anadromy in Arctic charr induced by an *in situ* experiment to enhance juvenile growth

1720-1750 (37) **Tim Ellis, Bari R. Howell** and **Roger N. Hughes (UK)**: The anti-predator defences of hatchery-reared sole *Solea solea*

1750-1810 (38) **Yoh Yamashita** and **Hideaki Yamada (Japan)**: Release strategy for Japanese flounder fry in stock enhancement programs

1930-2130 **Reception at the Institute of Marine Research**

Tuesday 9 September, 0900-1330

Session 3: Measuring success

Chairman: **Ken Leber (USA)**

- 0900-0930 **(40) Shuichi Kitada* (Japan)**: Effectiveness of Japan's stock enhancement programs: Current perspectives
- 0930-1000 **(41) Gunnar Paulsen Knapp (USA)**: Alaska salmon ranching: An economic review of the Alaska salmon hatchery program
- 1000-1020 **(42) Josianne G. Støttrup, Johan Modin and Klaus Lehmann (Denmark/Sweden)**: An evaluation of the impact of stocking reared turbot (*Psetta maxima* L.) in southern Kattegat
- 1020-1040 Coffee and cakes
- 1040-1100 **(43) Kengo Ishino (Japan)**: Stocking effectiveness of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* fingerlings released in the southwestern coast of Hokkaido Prefecture, Japan
- 1100-1120 **(44) A.-L. Agnalt, G. van der Meeren, K.E. Jørstad, H. Næss, E. Farestveit, E. Nøstvold, T. Kristiansen, H. Otterå, T. Svåsand, E. Korsøen, and L. Ydstebø (Norway)**: An assessment of the population structure after a large-scale release of juvenile lobster (*Homarus gammarus*) off the southwestern coast of Norway
- 1120-1140 **(45) H.L. Blankenship (USA)**: Development of a mass marking and tagging machine
- 1140-1200 **(46) David A. Ziemann and Kenneth M. Leber (USA)**: Stock enhancement of Pacific treadfin (*Polydactylus sexfilis*) in Hawaii
- 1200-1330 Lunch

Tuesday 9 September, 1330-1900

Session 4: Impacts of stock enhancement

Chairman: **Shuichi Kitada (Japan)**

1330-1400 (48) **Tom F. Cross* (Ireland)**: Genetic considerations

1400-1430 (49) **Jarl Giske* and Anne Gro Veia Salvanes (Norway)**: Carrying capacities and ecological considerations

1430-1450 (50) **Reg R. Reisenbichler (USA)**: effects of supplementation with hatchery fish on carrying capacity, production, and productivity of steelhead (*Oncorhynchus mykiss*)

1450-1510 (51) **Yasushi Harada, Masashi Yokota and Masaru Iizuka (Japan)**: How much can we reduce genetic risk of artificial propagation? A mathematical analysis

1510-1530 Coffee

1530-1550 (52) **Leonid B. Klyashtorin (Russia)**: Large scale climate change and perspectives of salmon ranching in the Pacific

1550-1610 (53) **K.E. Jørstad, Ø. Skaala and G. Nævdal (Norway)**: Genetic diversity and the Norwegian sea ranching programme: a retrospective perspective

1610-1630 (54) **M.L. Windsor and P. Hutchinson (UK)**: Salmon enhancement and ranching - Safeguarding the wild stocks

1700-1900 POSTER SESSION

Tuesday 9 September, 1700-1900

Poster Session, Theme I: Marine fish

- (107) **Françoise Lagardère, Maria Teresa Dinis and Rosa Flos (France)**: Fitness of semi-extensively and semi-intensively produced juveniles soles (*Solea solea* and *S. senegalensis*) for life in extensive ponds and/or in the wild
- (108) **Stig Skreslet and Oddvar Ottesen (Norway)**: Adolescent growth and migration in stocked halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in the Skjerstadjord, north Norway
- (109) **Tore S Kristiansen, Håkon Otterå and Terje Svåsand (Norway)**: Size dependent mortality of released cod (*Gadus morhua* L.)
- (110) **Klaus M. Lehmann, Johan Modin and Josianne G. Støttrup (Denmark/Sweden)**: Tagging as a measure of release success of turbot (*Psetta maxima* L.) in the Kattegat
- (111) **A.B. Karasev (Russia)**: Parasitofauna of wild and cage-reared cod. Research in coastal waters of west Murman (Barents Sea)
- (112) **Premasany Kanapathippillai, Alf Andersen and Torstein Pedersen (Norway)**: Can information about cod diet and fish fauna composition in enhancement areas be used to predict the fate of released cod (*Gadus morhua* L.) juveniles?
- (113) **Torstein Pedersen and John G. Pope (Norway)**: A dynamic multispecies model for evaluation of cod (*Gadus morhua* L.) enhancement experiments
- (114) **Mikio Nishitai (Japan)**: Reared juveniles released and sea ranching in "Ecosystem Harmonized Fishery"
- (115) **Takeshi Yamane and Yasuhiro Yamaguchi (Japan)**: Effect of water temperature and tidal current on *Sepia esculenta* catch in Shimabara Sound, Nagasaki, Japan
- (116) **Torbjørn Lorentzen (Norway)**: A bioeconomic model of sea ranching on cod - Theory and practice
- (117) **Jörg Langer and Harald Rosenthal (Germany)**: Stock enhancement of Baltic cod: Review of activities
- (118) **P-O Larsson, Jana Pickova and Jörg Langer (Sweden)**: Cod enhancement experiments in the Baltic Sea
- (119) **Mariann Nødtvedt, Anders Fernø, Jacob Gjørseter, Petur Steingrund (Norway)**: Anti-predator behaviour in hatchery-reared and wild juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.), and effects of predator training
- (120) **Tim Ellis, Bari R. Howell and Roger N. Hughes (UK)**: Comparative feeding efficiency of wild and hatchery-reared turbot, *Scophthalmus maximus*
- (121) **Els Gysels and Anne Gro Vea Salvanes (Belgium/Norway)**: Effect of cod mariculture on population dynamics of poor-cod (*Trisopterus minutus* (L.)) in Masfjorden

Tuesday 9 September, 1700-1900

Poster Session, Theme II: Salmonides

- (123) **Reg Reisenbichler (USA)**: Alternative hypotheses for the benefits and the risks posed by hatchery supplementation of naturally spawning populations of steelhead
- (124) **Ove Tommy Skilbrei and Marianne Holm (Norway)**: Geographical straying patterns of Atlantic salmon from a coastal release site in Western Norway
- (125) **Grete Lysfjord (Norway)**: Effect of different watertemperature on smoltification and recapture rates of Arctic char (*Salvelinus alpinus*)
- (126) **Bjørn Ove Johnsen and Arne J. Jensen (Norway)**: Stocking of Atlantic salmon fry in natural waters as an alternative method of producing smolts
- (127) **Kazuya Nagasawa and Soto-o Ito (Japan)**: Distribution, migration and growth in the north Pacific ocean of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) produced from Kokanee in northern Japan
- (128) **Magne Staurnes and Bengt Finstad (Norway)**: Effects of dietary NaCl supplementation on hypoosmoregulatory ability, recapture rate and sea growth of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) smolts
- (129) **Harald Sægrov and Ove T. Skilbrei (Norway)**: May stocking programs effect the predator stocks and decrease the survival of the wild Atlantic salmon juveniles?
- (130) **Bjørn Ove Johnsen and Ove T. Skilbrei (Norway)**: A comparison between a coastal and a large river release site, geographical catch distributions and straying patterns of Atlantic salmon (*Salmo salar*)
- (131) **Olga Mandryka and Vladimir Eliseev (Russia)**: Paramount strategy of Atlantic salmon enhancement in Russian Baltic
- (132) **Martin-A. Svenning and S. Siikavuopio (Norway)**: Body size and downstream migration in anadromous Arctic charr
- (133) **Martin-A. Svenning and A. Klemetsen (Norway)**: Latitudinal variation in sea water migration, growth and survival of wild anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*.
- (134) **Pål Arne Bjørn, Per-Arne Amundsen, Ola Ugedal and Bengt Finstad (Norway)**: Marine feeding habits of hatchery-reared and wild Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) in Altafjorden, northern Norway
- (135) **D.T.G. Quigley, M.J. Harvey, T.J. Hayden, C. Dowling and M.P. O'Keane (Ireland)**: Sea water tolerance and thyroid hormone tires in wild and hatchery reared juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and sea trout (*Salmo trutta* L.)

Tuesday 9 September, 1700-1900

Poster Session, Theme III: Miscellaneous

- (137) **Yew-Hu Chien and Whay-Ming Ray (Taiwan)**: Growth parameters estimation by Fabens' mark-recapture procedure when genetic variation is considered
- (138) **Yoichi Ohashi (Japan)**: Trials and problems of fishery management of Danish seine in the sea off Ishikawa Prefecture, Japan
- (139) **Carlos A.P. Andrade (Portugal)**: Visual census of fish on artificial habitats at Baia de Abra, Madeira Island
- (140) **Baber D.I. Hassanen (Egypt)**: The fishery and management of the Bardawil lagoon, Mediterranean coast of Sinai
- (141) **Jens G. Balchen (Norway)**: Digital mapping of ocean floor quality for lobster ranching (DAHABU)
- (142) **Gro I. van der Meer and Ann-Lisbeth Agnalt (Norway)**: Optimal growth and survival related to habitat and temperature - Some reflections from a large-scale release of European Lobster *Homarus gammarus*.
- (143) **Olga V. Gerasimova (Russia)**: Analysis of king crab (*Paralithodes camtschatica*) trophic links in the Barents Sea
- (144) **Bernt Aarset (Norway)**: Conditions for aquaculture research and development - a comparison of salmon and Arctic char farming
- (145) **Tiziano Scovacricchi (Italy)**: Northern Adriatic beachrock outcrops: Restocking and enhancing depleted stocks of European lobster, *Homarus gammarus* (L.) (Decapoda, Nephropidae)
- (146) **V.P. Moskalenko and N.K. Vorobjeva (Russia)**: The contribution of Russia to enhance biological resources of seas of the European north
- (147) **F.M. Troyanovsky and V.S. Anokhina (Russia)**: Integrated management model related to reproduction of biological resources in the seas of the European north
- (148) **Yu.I. Bakay and S.A. Kuzmin (Russia)**: Results of parasitological investigations of crab (*Paralithodes camtschatica*) introduced into the Barents Sea
- (149) **Morten Halvorsen, Rita Strand, Tor G. Heggberget and Bjørn Ove Johnsen (Norway)**: Heavy predation on carlin-tagged Atlantic salmon smolts
- (150) **G.M. Voskoboinikov and M.V. Makarov (Russia)**: Perspectives in the laminarian aquaculture of the coast Barents Sea

Tuesday 9 September, 1700-1900

Poster Session, Theme III: Miscellaneous (Continue)

- (151) **E.Ju. Zubova and G.M. Voskoboinikov (Russia)**: Criobank of algae - New technological branch in the aquaculture development
- (152) **Kambiz Besharat (Iran)**: Hydroacoustic stock assessment of Kilka (*Clupeonella* *genus*) in southern Caspian Sea
- (153) **Lakshman Nayar (India)**: Marking of freshwater prawn *Macrobrachium malcomsonii* (H.M. Edwards) in Rushikulya River
- (154) **Stein Ivar Steinshamn (Norway)**: A general bioeconomic model for sea ranching
- (155) **C.A. Burton, T.W. Beard, J.F. Wickins, W. Cook and R.C.A. Bannister (UK)**: Micro-tagging the Homarid lobster, *Homarus gammarus*, for stocking studies
- (156) **Hossain Abdolhay (Iran)**: Stock Enhancement and Fingerling production in South of Caspian Sea
- (158) **Tetsuo Fujii and Mutsumi Nishida (Japan)**: Improvement of genetic variability of hatchery - reared Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*)
- (159) **Øyvind Strand, Gunnar Eiken and Stein Mortensen (Norway)**: The Norwegian Scallop programme. In the point of intersection between research and the development of new industry.

Wednesday 10 September, 0900-1400

Session 5: Management of enhanced stocks

Chairman: **Devin M. Bartley (FAO)**

0900-0930 (56) **Abraham Hallenstvedt* (Norway)**: Management of enhanced stocks: Social, economic and access issues

0930-1000 (57) **William Howarth and Cristina Lería* (FAO)**: Legal issues relating to stock enhancement and ocean ranching

1000-1030 (58) **Koji Imamura* (Japan)**: Promotion of stock enhancement and sea ranching program in Japan - Current status and issues

1030-1100 Coffee

Session 6: Case studies

Chairman: **Johann D. Bell (Solomon Islands)**

1100-1130 (60) **Devin M. Bartley* (FAO)**: World-wide perspective

1130-1200 (61) **Jean-Claude Dao*, P.G. Fleury and J. Barret (France)**: Scallop seabed cultivation in Europe

1200-1230 (62) **Peter C. Rothlisberg*, N. Preston, N. Loneragan, D. Die and I. Poiner (Australia)**: Approaches to reseeded penaeid prawns

1230-1400 Lunch

Wednesday 10 September, 1400-1810

Session 6: Case studies (Parallel sessions)

Room A, Theme I: Atlantic cod

Chairman: **Terje Svåsand (Norway)**

1400-1420 (68) **Björn Björnsson (Iceland)**: A feeding trial of wild cod in a small fjord on the East coast of Iceland

1420-1440 (69) **Ingvarð Fjallstein and Hjalti Jákupsstovu (Faroe Island)**: Enhancement of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) on the Faroe Island

1440-1500 (70) **Roger Johansen, Torstein Pedersen and Rob Barrett (Norway)**: Effects of predation by cormorants *Phalacrocorax carbo* on juvenile cod *Gadus morhua* mortality in an enhancement area in North Norway

1500-1530 Coffee

1530-1550 (71) **Tore S. Kristiansen (Norway)**: Enhancement studies of coastal cod (*Gadus morhua* L.) in Nord-Trøndelag, Norway

1550-1610 (72) **Richard W. Langton, James A. Wilson and Sally Sherman (USA)**: Generalized enhancement model for determining the hatchery production levels of groundfish necessary to re-establish spawning populations

1610-1630 (73) **Petur Steingrund and Ingvarð Fjallstein (Faroe Island)**: Effect of handling stress and presence of predator on the swimming behaviour and blood parameters of reared cod (*Gadus morhua* L.)

1630-1650 (74) **Frank Nøstvik and Torstein Pedersen (Norway)**: Comparison of migration and growth of released hatchery reared and wild cod (*Gadus morhua*) in a high-latitude enhancement area

1650-1710 Break

1710-1730 (75) **Håkon Otterå, Tore S. Kristiansen, Terje Svåsand, Jarle Tryti Nordeide, Gunnar Nævdal, Asbjørn Borge and Jan P. Pedersen (Norway)**: Enhancement studies of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in an exposed coastal area in western Norway

1730-1750 (76) **Torstein Pedersen, Premasany Kanapathippillai and Søren Poulsen (Norway)**: Influence of cod predation on cod (*Gadus morhua* L.) enhancement in a fjord-system in northern Norway

1750-1810 (77) **Stig Skreslet, Inge Albrigtsen, Alf Per Andersen, Arne Kolbeinshavn, Torstein Pedersen and Kim Unstad (Norway)**: Migration, growth and survival in stocked and wild cod (*Gadus morhua* L.) in the Vestfjord region, north Norway

1900 Reception at Håkonshallen. Host: Bergen Town

2000 Banquet (Håkonshallen)

Wednesday 10 September, 1400-1810

Session 6: Case studies (Parallel sessions)

Room B, Theme II: Anacat

Chairman: **Tor G. Heggberget (Norway)**

1400-1420 (79) **Bengt Finstad and Tor G. Heggberget (Norway)**: Effect of different release sites on migration, growth and survival of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.)

1420-1440 (80) **Tor G. Heggberget, Morten Halvorsen, Bjørn Ove Johnsen and Rita Strand (Norway)**: Sea ranching of Atlantic salmon - An evaluation of release and harvesting strategies based on results from river Opløy, central Norway

1440-1500 (81) **Marianne Holm, Ove Skilbrei and Knut Jørstad (Norway)**: Releasing salmon (*Salmo salar* L.) smolts in the sea. Methods used, results and evaluation of a coastal sea ranching experiment in SW Norway 1990-97

1500-1530 Coffee

1530-1550 (82) **Nils Arne Hvidsten, Tor G. Heggberget, Bjørn Ove Johnsen and Rita Strand (Norway)**: Recapture rates and homing precision in river and off-shore releases of Atlantic salmon smolts

1550-1610 (83) **Miki Kobayashi and Nobuhisa Koide (Japan)**: Relationship between size and time of released underyearling smolts and return rate in domestic masu salmon

1610-1630 (84) **Masahide Kaeriyama (Japan)**: Enhancement program and stock management of salmonid populations in Japan

1630-1650 (85) **Anders Lamberg, Bengt Finstad and Tor G. Heggberget (Norway)**: A comparison of two tagging methods on performance of anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.)

1650-1710 Break

1710-1730 (86) **Ole Jørgen Mørkved and Per S. Krokan (Norway)**: How profitable is the Norwegian Sea (coastal) salmon fisheries and sea ranching with salmon?

1730-1750 (87) **Ger Rogan (Ireland)**: The performance of an established salmon ranch strain

1750-1810 (88) **Phil Cadwallader (Australia)**: The decision-making process in relation to the enhancement of catadromous fish stocks in Queensland, Australia

1900 Reception at Håkonshallen. Host: Bergen Town

2000 Banquet (Håkonshallen)

Thursday 11 September, 0900-1330

Session 6: Case studies (Parallel sessions)

Room A, Theme III: Invertebrates

Chairman: **Colin A. Bannister (UK)**

0900-0920 **(90) Knut E. Jørstad and Eva Farestveit (Norway):** Genetic studies of lobster (*Homarus gammarus*): Comparisons between cultured and wild lobster stocks at Kvitsøy

0920-0940 **(91) A.-L. Agnalt, G. van der Meeren, and K.E. Jørstad (Norway):** Maturation and fecundity in lobster *Homarus gammarus*; Does cultured juveniles manage in the wild as adults?

0940-1000 **(92) Stephen C. Battaglione and Johann D. Bell (Solomon Islands):** Potential of the tropical Indo-Pacific sea cucumber, *Holothuria scabra*, for stock enhancement

1000-1020 **(93) Craig Anthony Burton (UK):** Results of phase II of the UK lobster stock enhancement experiment: The early release trial

1020-1050 Coffee

1050-1110 **(94) Yves Bastien (Canada):** Enhancement of the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) on the east coast of Canada, the REPERE program

1110-1130 **(95) Peter Cook and Neville Sweijd (South Africa):** The potential of abalone ranching and enhancement in South Africa

1130-1150 **(96) Tasman Crowe (Australia):** Improved methods for testing the viability of enhancing stocks of the topshell *Trochus niloticus* in Australia, Indonesia and Vanuatu

1150-1210 **(157) Neil L. Andrew (Australia):** Enhancement of the New South Wales abalone fishery through broodstock translocation and habitat modification

1210-1330 Lunch

Thursday 11 September, 0900-1330

Session 6: Case studies (Parallel sessions)

Room B, Theme IV: Miscellaneous

Chairman: **Masahide Kaeriyama (Japan)**

0900-0920 (98) **Yasuhiro Yamaguchi and Takeshi Yamane (Japan)**: Evaluation on cuttlefish basket trap as sustainable gear of population of *Sepia esculenta* in Shimabara sound Nagasaki Prefecture, Japan

0920-0940 (99) **Mao-Sen Su and I Chiu Liao (Taiwan)**: Research and development of prawn stock enhancement programs in Taiwan

0940-1000 (100) **Chul-Won Park, Kyung-Pyo Hong, Yeoung-Ju Park, Min-Suk Kim, and Jong-Man Kim (Korea)**: A study for the marine ranching program in Korea - Preliminary study for evaluating natural feeding ability on yearling rochfish to release ranching area

1000-1020 (101) **Toshitame Imai (Japan)**: Sea-farming of the Red Sea bream *Pagrus major* (Temminck et Shiegel) in waters off Kanagawa Prefecture, Japan, with special reference to seed restocking effect

1020-1050 Coffee

1050-1110 (102) **J. T. MacMillan (UK)**: Seabed ranching of *Pecten maximus* (L.) in UK waters: selected research and development programmes

1110-1130 (103) **Jørgen Borthen and Ann-Lisbeth Agnalt (Norway)**: Lobster stock enhancement in Norway - «Lobst.eco»-a bioeconomic model. Presenting of model and evaluation of some main results

1130-1150 (104) **Hiroyuki Okouchi, Aiko Iwamoto, Tatsuo Tsuzaki, Tatsuhiro Fukunaga, and Shuichi Kitada (Japan)**: Economic returns from hatchery released flounder *Paralichthys olivaceus* in Miyako Bay - evaluation by a fish market census

1150-1210 (105) **R.C. Lenanton, S. G. Ayvazian and C. Dibden (Australia)**: To what extent should stock enhancement be used to improve the finfish catch rates of Western Australian recreational fishers?

1210-1330 Lunch

Thursday 11 September, 1330-1730

Session 6: Case studies

Chairman: **Josianne G. Støttrup (Denmark)**

1330-1400 **(63) Colin A. Bannister*, J. T. Addison and M. C. Bell (England):**

The European clawed lobster : hatchery-reared juveniles can survive in the wild, but can they contribute significantly to ranching, enhancement and fisheries management ?

1400-1430 **(64) Johann Bell * (Solomon Islands):** Restocking of giant clams in the Indo-Pacific

1430-1500 **(65) Terje Svåsand* Rolf Engelsen, Arne Kolbeinshavn, Tore S Kristiansen, Mariann Nødtvedt, Torstein Pedersen and Anne Gro Vea Salvanes (Norway):** Cod stock enhancement in Norway - Evaluation of present results and further prospects

1500-1530 Coffee

1530-1600 **(66) Tor G. Heggberget* (Norway):** Sea ranching of Atlantic salmon in Norway - limitations and possibilities

1600-1700 Summing by Session Chairmens; Synthesis and future directions

1700-1730 Awards - closing remarks (Howell/Moksness/Svåsand)