

# Bulletin d'Information de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

n°10  
décembre 2011

«Servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale»  
Sa Majesté Le Roi Mohammed VI.  
(Extrait du discours d'installation de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, 18 mai 2006)

*Périodique semestriel d'information et de communication de l'Académie*

## Dossier spécial : Les Sciences Marines

### Sommaire

- |   |    |  |    |
|---|----|--|----|
| • Editorial .....   | 7  | • Session ordinaire commémorant l'anniversaire de l'installation de l'Académie par Sa Majesté Le Roi : "Contribution de l'Académie à la promotion et au développement de la recherche scientifique et technique" ..... | 75 |
| • Dossier spécial : "Les Sciences Marines" .....  | 9  | - Discours de M. le Secrétaire Perpétuel de l'Académie...76  |    |
| - En survolant les pêcheries mondiales  |    | - Résumés des projets de recherche .....   | 79 |
| Marcelo De Sousa Vasconcelos.....   | 10 | • Green Growth with Water  |    |
| L'Océan, la Mer, et les zones côtières, viviers prometteurs de développement                    |    | Kenzo Hiroki.....  | 87 |
| Omar Assobhei & Marcelo Vasconcelos .....   | 45 | • Activités de l'Académie.....   | 92 |
| - Le pôle de compétences REMER : un réseau au service de la recherche en sciences marines ..... | 56 | • Nouvelles des académiciens .....   | 94 |
| • Session Plénière Solennelle 2011 .....  | 59 | • Actualités scientifiques .....   | 96 |
| - Discours d'ouverture de M. le Secrétaire Perpétuel ....                                       | 61 |  |    |
| - Rapport de synthèse de la session plénière .....  | 63 |  |    |



# Bulletin d'Information de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

**n°10**  
décembre 2011

«Servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale»  
Sa Majesté Le Roi Mohammed VI.  
(Extrait du discours d'installation de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, 18 mai 2006)

*Périodique semestriel d'information et de communication de l'Académie*

*Publié par :*

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

Siège : Km 4, Avenue Mohammed VI (ex Route des Zaers) - Rabat.  
Tél : 0537 75 01 79 Fax : 0537 75 81 71 E-mail : [acascitech@academiesciences.ma](mailto:acascitech@academiesciences.ma)

Site web : [www.academiesciences.ma](http://www.academiesciences.ma)

Directeur de la publication : Omar FASSI-FEHRI

Rédacteur en Chef : Mohamed AIT KADI

Comité de rédaction:

Daoud AIT KADI (Collège de la Modélisation et de l'Information)  
Omar ASSOBEI (Collège des Sciences et Techniques de l'Environnement, de la Terre et de la Mer)  
Mohamed BELAICHE (Collège des Sciences Physiques et Chimiques)  
Mohamed BERRIANE (Collège des Etudes Stratégiques et Développement Economique)  
Mohamed BESRI (Collège des Sciences et Techniques du Vivant)  
Ali BOUKHARI (Collège d'Ingénierie, Transfert et Innovation Technologique)  
El Mokhtar ESSASSI (Collège des Sciences Physiques et Chimiques)

Dépôt légal : 2007 / 0067  
ISSN : 2028 - 411X

Réalisation : AGRI-BYS S.A.R.L (A.U)

Impression: Imprimerie LAWNE  
11, rue Dakar, 10040 - Rabat





**Sa Majesté le Roi Mohammed VI - que Dieu Le garde -  
Protecteur de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques**



## Editorial

Les progrès réalisés dans les domaines de la mesure du temps, de la navigation et de l'énergie ont permis une occupation assez rapide des espaces maritimes depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle. Les opérations d'incidence, jadis purement locale ou éventuellement régionale, ont changé de façon drastique avec de larges répercussions. Aujourd'hui, les exemples où la qualité des eaux océaniques souffre de profondes modifications (acidification et contamination par les substances toxiques drainées par les eaux continentales) se multiplient. Les équilibres délicats qui caractérisent les réseaux trophiques évoluent aussi. Associés au changement climatique, aux modifications de la circulation des masses d'eaux et à la surexploitation des ressources (la surpêche généralisée, dont une des situations récentes les plus dramatiques fut l'effondrement des pêcheries de cabillaud dans l'Atlantique Nord-Ouest), ils ont eu des répercussions économiques et sociales, particulièrement sur les communautés côtières les plus vulnérables.

Ce qui fut, pendant des milliers d'années, une barrière presque infranchissable (les limites de l'horizon et la superstition humaine<sup>1</sup>), se révèle aujourd'hui un monde à mille facettes, extrêmement dynamique et diversifié qui exerce une influence permanente et décisive sur l'atmosphère, le climat, l'évolution des zones côtières et la vie des hommes.

Le changement climatique en cours constitue déjà une menace majeure pour la biodiversité et aggrave les situations de risque en termes de dimensions et de degrés d'incertitudes, ce qui pose de sérieux problèmes aux évaluations d'impact qui sont souvent limitées à la spécificité d'une activité ou d'un secteur. Ces évaluations ne prennent en considération ni l'amplification ni la diversité des impacts synergétiques et cumulatifs, ni les conséquences à long terme. Cependant, ces importantes considérations se révèlent particulièrement décisives en matière de planification spatiale (régulation de l'accès et des usages en matière d'occupation des zones côtières et de l'espace maritime).

C'est dans ce contexte, bien réel et concret, que le Canada a pris l'initiative de proposer, à l'occasion du Sommet de Rio de Janeiro (1992), l'établissement de la "Journée Mondiale de l'Océan". Malheureusement, il a fallu 16 ans pour l'adoption formelle de cette proposition lors de l'Assemblée Générale des Nations Unies (décembre 2008). Aujourd'hui, le progrès des connaissances concernant les océans et les zones côtières (deux facettes complémentaires de la même monnaie qui s'influencent mutuellement) est une réalité. Cependant, de nouveaux défis ont émergé, révélant un système complexe où de nouvelles opportunités, mais aussi de nouvelles menaces, se sont diversifiées et multipliées, exigeant une vision systémique élargie et nécessitant de nouveaux instruments et connaissances sollicitant la transversalité dans les approches (organisation, perspective et méthodes) et l'innovation.

Dans ce cadre, deux articles de cette édition du Bulletin furent conçus et développés :  
- le premier aborde l'une des plus importantes questions de l'actualité, à savoir, la situation des grandes pêcheries mondiales, qui est un bel exemple qui illustre

<sup>1</sup> Mer des Trêves (*bahr al Zulumat*) en arabe ou Mer Ténébreuse (*al bahr al Mughim*) pour les marins Andalous et Maghrébins

l'irrationalité humaine. En effet, au nom de l'efficacité et de la productivité, toute une économie de gaspillage fut développée sur la base des excès cumulés de la surexploitation et des déchets. Sans oublier d'autres aspects, non moins graves, tels que les dommages provoqués par la pollution des eaux, le transport maritime, le transfert des substances toxiques ou la piraterie des pêcheries, qui sont des illustrations du "comment l'action humaine irresponsable, non régulée et non contrôlée peut détruire les équilibres de l'environnement et d'épuiser les ressources naturelles d'énergie fossile et d'alimentation".

- le deuxième article focalise sur l'avenir et met en exergue le besoin d'approfondir et d'élargir les différents domaines de la connaissance relative aux océans et aux zones côtières, «lieux d'excellence» où se concentrent la majorité des populations et des principaux centres industriels et urbains. Dans un pays comme le Royaume du Maroc, les questions posées en termes de Zone Économique Exclusive (ZEE), d'eaux territoriales et côtières sont suffisamment importantes pour justifier aussi bien une pondération des défis qu'une restructuration sérieuse du système de recherche. La recherche scientifique nationale se doit donc d'approfondir les meilleures solutions de régulation et de protection des activités économiques traditionnelles (pêche, aquaculture, loisir/tourisme et urbanisation du littoral) et d'offrir aussi de nouvelles opportunités pour le développement économique, tout en contribuant à la santé et au bien-être de la population.

Les océans et les régions littorales constituent encore un nouveau monde à découvrir puisque, pendant des décennies, l'humanité a concentré d'énormes ressources et déployé un effort gigantesque pour ébranler et rompre l'espace sidéral. Aujourd'hui, on peut dire que le seul espace à découvrir sur la planète Terre est l'immense monde océanique qui couvre les  $\frac{3}{4}$  de la surface de cette planète, un monde qui exige la coopération et la diversité des connaissances, puisque c'est là où on peut vraiment anticiper de nouvelles opportunités.

*"The human history has taken place in a constantly changing world, sometimes slowly, sometimes fast, with the long-term natural changes always darkened by the biggest oscillations of individual years. The environment will keep changing, somehow due to human activities, with their effects, desired or undesired, and somehow due to natural causes. Anything of these justify, certainly, the possibility of a standard of constant life or always in increase, in a long time-scale"*

Cette longue citation du climatologue Hubert Horace Lamb<sup>2</sup> résume parfaitement la réalité de notre planète, avec ses limitations et ses conditionnalités. En effet, tout change et on s'adapte ou non, puisque rien n'est vraiment stable sinon pendant un instant. Les diagnostics et les défis sont suffisamment connus; il est donc urgent de décider et de prendre des mesures qui s'imposent.

Marcelo DE SOUSA VASCONCELOS  
Membre associé de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques

<sup>2</sup> Hubert Lamb, 1982 – Climate, history and modern world. Methuen. 433 pp.



Dossier spécial :  
**Les Sciences Marines**

## En survolant les pêcheries mondiales (De l'abondance à la pénurie)

**Marcelo de Sousa Vasconcelos**  
Membre associé  
de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques



*En même temps qu'elle nous révèle la particularité de chacun, la biologie nous rappelle la fraternité de tous.*

**JEAN ROSTAND**

*in Pensées d'un biologiste. Stock, Paris. 1954. p. 23*

La chasse plus ou moins opportuniste<sup>1</sup> et la cueillette furent, depuis toujours, une partie importante de l'économie alimentaire humaine et dans ce cadre, la capture et la collecte des ressources aquatiques les plus accessibles et vulnérables ont été, au long des millénaires, une activité pratiquée au cours des saisons par des populations humaines occupant des niches favorables à proximité des zones côtières ou dans le voisinage des fleuves et des lacs. Attrapés à la main entre les roches et dans les trous à marée basse ou à la décrue des eaux, ou pris avec des trappes primitives ou des pièges de marée et des engins relativement simples comme la sagaie de pointe en os et en bois de renne (et plus tard, les harpons et les fouènes) ou des hameçons primitifs, ces ressources représentaient un élément de plus enrichissant le régime alimentaire même si, de façon générale, les produits de la chasse occupaient la première place surtout dans les hautes latitudes, tandis que dans les tropiques l'économie de subsistance reposait sur des nourritures végétales (Picq, 2005).

L'importance économique et sociale des pêches, aussi bien que les situations conflictuelles inhérentes et même de crises plus ou moins étendues, ont été reconnues depuis très tôt. Cependant, ce qui fut une évolution presque vertigineuse, envahissant tous les océans et mers à partir des années 1950 a changé il y a une trentaine d'années et à partir du début des années 1990 jusqu'aujourd'hui les captures maritimes mondiales révèlent une tendance à la stagnation voire même une certaine régression, conjoncture beaucoup plus évidente si on exclue les données statistiques chinoises<sup>2</sup>.

Les océans sont moins riches et plus menacés que jamais tandis que la pêche connaît des jours d'incertitude à une échelle jamais vécue.

## 1 La situation

Au cours de ce dernier demi-siècle (un peu plus puisque le point de départ se situe autour de 1950), on peut définir trois moments distincts dans l'évolution du système d'exploitation de la pêche, vu dans son ensemble (capture et élevage). Il ne sera pas excessif de considérer la première trentaine d'années comme le moment d'or pour les captures maritimes, avec une croissance assez rapide dans les deux décennies initiales grâce à l'incidence d'une série de facteurs, en particulier: un bond d'industrialisation accéléré suivi de l'expansion de ces activités vers la haute mer et des lieux de pêche lointains<sup>3</sup>; l'innovation technologique; le développement d'un réseau de transport par chemin de fer et l'augmentation des grandes concentrations urbaines et de leurs grandes halles ravitaillieuses. Tout cela produit de l'accumulation de capital et, plus tard, de la création, à l'abri de programmes de développement, d'instruments d'intervention sous forme de subventions.

Les conséquences ne furent ni simples ni dépourvues de répercussions sociales et économiques assez graves qui peuvent perdurer très longtemps révélant par ailleurs une tendance pour perdre, très rapidement, le caractère local des crises du passé pour, en contrepartie, gagner un champ d'action beaucoup plus vaste, au niveau régional et même international.

Quoique les statistiques de production ne méritent pas une entière confiance<sup>4</sup> (due à l'interférence d'un ensemble assez bien diversifié de facteurs, par exemple: insuffisance de données, vices de traitement ou sous-déclaration des systèmes nationaux), elles peuvent constituer, en tout cas, un *indicateur raisonnable de situation et de tendances*.

Le graphe de la Fig.1 résume l'évolution de l'ensemble pêche et aquaculture au cours d'un peu plus qu'un demi-siècle. La première particularité qu'on observe concerne les différences évidentes du rythme de croissance et des niveaux de contribution des différents secteurs. On peut distinguer trois phases dans l'évolution des pêcheries mondiales, phases qui sont séparées, *grosso modo*, par des intervalles de près d'une vingtaine d'années.

1. Et probablement la récupération de charognes.

2. Pour des raisons de fiabilité (Watson et Pauly, 2001).

3. Signal aussi d'une insuffisance partiel ou total du système productif côtier relativement aux besoins d'un régime industrielle de production de masse.

4. On observe encore, assez fréquemment, des difficultés pour l'obtention de statistiques de pêche dans des pays en voie de développement où prédomine une pêche de subsistance à côté de la petite pêche commerciale (Stallings, 2009).

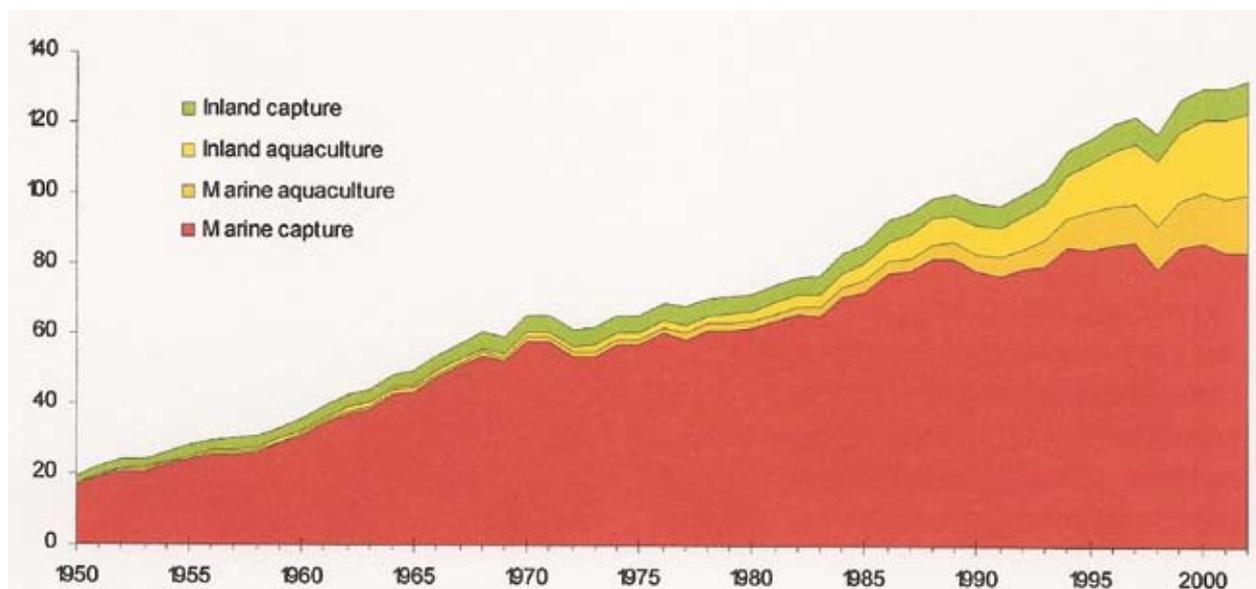


Figure. 1 - Production mondiale de pêche et aquaculture, 1950 – 2002, en millions de tonnes (plantes aquatiques exclues) (Source : FAO, 2005)

### Phase I

La première vingtaine d'années est caractérisée par un taux de croissance relativement élevé, d'environ 6%<sup>5</sup> multipliant de ce fait par 3 les débarquements quand on arrive à la fin des années 1960 (Haan, 2004). Les pêches maritimes dominent clairement mais au moment où nous nous approchons de la fin de la période, on observe déjà le résultat des efforts qui ont été faits pour le développement d'une aquaculture industrielle.

Les années de 1960 et 1970 furent marquées par des changements drastiques qui se sont répercutés sur l'effort de pêche avec des conséquences économiques et sociales qu'on commence à discerner de façon claire vers le milieu de la décennie 1980 et qui se répercutent durement à partir de 1990.

### Phase II

Dans cette période, qui dure par deux décennies à partir de 1970, on voit que la production continue à augmenter dans les années suivantes mais à la fin de la décennie, suite aux mouvements expansionnistes des années 1950 et 1960, les premiers signaux de dégradation des ressources dans certaines grandes

pêcheries (typiquement, le Nord-ouest Atlantique avec la morue et le Sud-est Atlantique avec la pêcherie du merlu namibien<sup>6</sup>) sont déjà observables.

Au niveau global, après un premier moment d'atténuation du rythme, les captures maritimes vont reprendre un taux de croissance plus élevé jusqu'à la fin des années 1980, ouvrant le chemin à une période de grave crise dans une série de pêcheries importantes avec des conséquences sociales et économiques extrêmement sérieuses<sup>7</sup>.

Le transfert de l'effort de pêche vers les ressources de haute mer et pêcheries lointaines (les années 1975-1977 ont connues la généralisation de l'adoption du concept de Zone Économique Exclusive, ZEE, de 200 miles maritimes) et l'augmentation rapide de la pression sur l'ensemble des lieux et ressources de pêche, ont contribué à une augmentation des captures, mais le taux moyen de croissance souffre d'une réduction, se fixant à 2% dans un premier moment et s'approchant du zéro à la fin de la décennie 1990.

Si pendant les années 1970 les captures en haute mer ne représentaient pas plus de 5%, déjà dans la décennie 1980 elles ont augmentées de façon claire, pour atteindre plus de 10%, mais après 1989 (l'année

5. Si on considère un intervalle plus élargi, de 1950 à 1995, le taux moyen de croissance fut, globalement, de 3,6%/an (National Academy of Sciences, 1999).

6. Hampton et al., 2000

7. La situation critique qu'on a vécue depuis le début de la décennie de 1990 avec l'effondrement des stocks de cabillaud ou morue des Grands Bancs du Nord-ouest Atlantique est, à juste titre, un exemple paradigmatique de comment une pêcherie avec une longue histoire, soutenue pendant presque cinq siècles, peut échouer dans une quinzaine d'années. La combinaison entre l'accumulation des niveaux d'efforts excessifs et des erreurs de perception et de décision avec les changements des conditions environnementales fut, simplement, létale.

de pic)<sup>8</sup> elles sont tombées de façon inexorable (FAO, 1995). Pendant tous ces années la contribution de l'aquiculture continue à augmenter et on peut dire qu'elle commence à avoir une expression plus consolidée.

### Phase III

La troisième phase marque de manière plus marquée une modification profonde (déjà perceptible pendant les derniers années de la phase antérieure) dans l'évolution du secteur de la pêche, vu dans son intégrité, c'est à dire, l'ensemble pêche (capture et récolte) et aquiculture, un changement dont les traits les plus évidents dénoncent :

- dès le début de la décennie 1990 jusqu'à ce jour, le comportement des captures maritimes mondiales (Tableau 1) est opposé à celui de l'aquiculture, révélant une tendance pour la stagnation sinon même une certaine régression, conjoncture plus évidente si on exclue les données statistiques chinoises<sup>9</sup> et plus claire encore si on exclue aussi les captures de l'anchoveta péruvienne (l'espèce qu'en général occupe la première place des captures maritimes mondiales),

Tableau 1 – Production pêche et aquiculture au niveau mondiale

Type de production	Production (x 10 <sup>6</sup> tonnes)										Var. % (1992-2008)
	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010 (a)	
<b>Eaux continentales</b>											
Capture	6,1	6,7	7,4	8,0	8,8	8,4	8,6	9,8	10,2	(6)	+ 67,0
Elevage	8,9	11,7	15,9	18,5	21,3	21,7	25,2	28,7	32,9		+269,7
<b>Total eaux continentales</b>	<b>15,0</b>	<b>18,4</b>	<b>23,3</b>	<b>26,5</b>	<b>30,1</b>	<b>30,1</b>	<b>33,8</b>	<b>38,5</b>	<b>43,1</b>		<b>+187,3</b>
<b>Eaux maritimes</b>											
Capture	79,2	84,7	86,3	79,6 <sup>(b)</sup>	86,8	82,6	83,8	80,0	79,5	(86)	+0,4
Elevage	6,5	9,3	10,8	12,0	14,2	15,1	16,7	18,7	19,7		+203,1
<b>Total eaux maritimes</b>	<b>85,7</b>	<b>94,0</b>	<b>97,1</b>	<b>91,6</b>	<b>100,8</b>	<b>97,7</b>	<b>100,5</b>	<b>98,7</b>	<b>99,2</b>		<b>+39,1</b>
<b>Production totale avec la Chine</b>											
Capture	85,3	91,4	93,8	87,6	95,6	91,0	92,4	89,8	89,7	(93)	+5,2
Elevage	15,4	21,0	26,7	30,5	35,5	36,8	41,9	47,4	52,6	(53)	+241,6
<b>Total avec la Chine</b>	<b>106,5</b>	<b>112,4</b>	<b>120,5</b>	<b>118,1</b>	<b>131,1</b>	<b>127,8</b>	<b>134,3</b>	<b>137,2</b>	<b>142,3</b>	<b>(146)</b>	<b>+33,6</b>
<b>Production totale sans la Chine</b>											
Capture	77,0	80,5	79,6	70,4	78,6	76,8	77,9	75,1	74,9		-2,7
Elevage	7,1	8,0	9,0	9,7	10,9	12,7	15,3	17,5	19,9		+180,3
<b>Total sans la Chine</b>	<b>84,1</b>	<b>88,5</b>	<b>88,6</b>	<b>80,1</b>	<b>89,5</b>	<b>89,5</b>	<b>93,2</b>	<b>92,6</b>	<b>94,8</b>		<b>+12,7</b>
<b>Capture excluant Chine et anchoveta</b>	<b>70,8</b>	<b>70,5</b>	<b>70,7</b>	<b>68,7</b>	<b>67,3</b>	<b>67,1</b>	<b>67,2</b>	<b>68,1</b>	<b>67,5</b>		<b>-4,7</b>

#### Sources : FAO - Statistiques

(a) *Prévisions* FAO-SOFIA 2002

(b) On admet que la réduction bien marquée de la production en termes de pêche maritime en 1998 (moins de 8 et moins de 9% relativement aux pics de 1996 et 2000) fut largement déterminée par des modifications profondes au Sud-est Pacifique sévèrement affecté par El Niño en 1997-1998 (FAO-SOFIA, 2002). Dans cette région, les captures maritimes ont chuté, dans un premier temps, de presque -15%, passant de 17,1 millions de tonnes (MT), en 1996, à 14,4 MT, en 1997, mais, entre 1997 à 1998, la réduction fut beaucoup plus élevée : à peu près -44% (de 14,4 MT, en 1997, à 8 MT, en 1998).

8. La production en 1989 fut de 9,1 millions de tonnes, représentant environ 10,5% du total de captures maritimes (FAO, 1995).

9. Selon la FAO, la Chine reste le premier producteur mondial avec 51,5 millions de tonnes (MT) en 2006 (34,4 MT aquiculture plus 17,1 MT captures). Toutefois on continue à observer des signaux d'une possible surévaluation de la production, situation que se prolonge depuis les premiers années de la décennie de 1990 (Watson et Pauly, 2001; FAO-Fisheries Department, 2002). 8. La production en 1989 fut de 9,1 millions de tonnes, représentant environ 10,5% du total de captures maritimes (FAO, 1995).

- la persistance d'un développement accéléré de l'aquiculture, système productif qui occupe aujourd'hui une position incontestable de source alternative de protéines animales, condition stratégique pour la définition du futur. Concernant ce dernier aspect il convient de noter que le taux de croissance de l'aquiculture a connu des augmentations successives, de près de 5%, 8% et 10%, respectivement aux trois phases ci-dessus mentionnées (FAO, 2001). Les produits de l'aquaculture représentent déjà presque 25% de la consommation de poisson (47%, si on considère le plus grand producteur, la Chine).

Le début de la décennie de 1990, et les années qui suivent jusqu'à nos jours, furent clairement marquées par les conséquences d'une trentaine d'années d'exploitation abusive des ressources côtières mais aussi par un comportement semblable en haute mer, en exploitant de manière excessive les grands pélagiques migrateurs aussi bien que des espèces bathypélagiques et les

ressources démersales des grands profondeurs qui se concentrent autour des guyots et monts sous-marins. C'est à l'abri de ce relief sous-marin qu'on observe de nouveaux écosystèmes d'une grande richesse mais extrêmement vulnérables vue leurs dimensions et leur isolement géographique ; encore insuffisamment connus<sup>10</sup> (la majorité reste à étudier) ils sont assez diversifiés du point de vue écologique et physique et peuvent révéler des situations où les niveaux de productivité sont relativement élevés (Morato *et al*, 2004, Clark *et al*, 2006).

L'hoplosthète orange ou «orange roughy» (*Hoplostethus atlanticus*), est un bon exemple de ces poissons extraordinaires des grands fonds dont les populations connues furent persécutées (surtout à la fin de la décennie 1970<sup>11</sup>) et largement décimées au long de ces dernières années, les flottes hauturières demandant d'autres endroits à mesure qu'on épuisait le gros d'un potentiel exploitable limité.

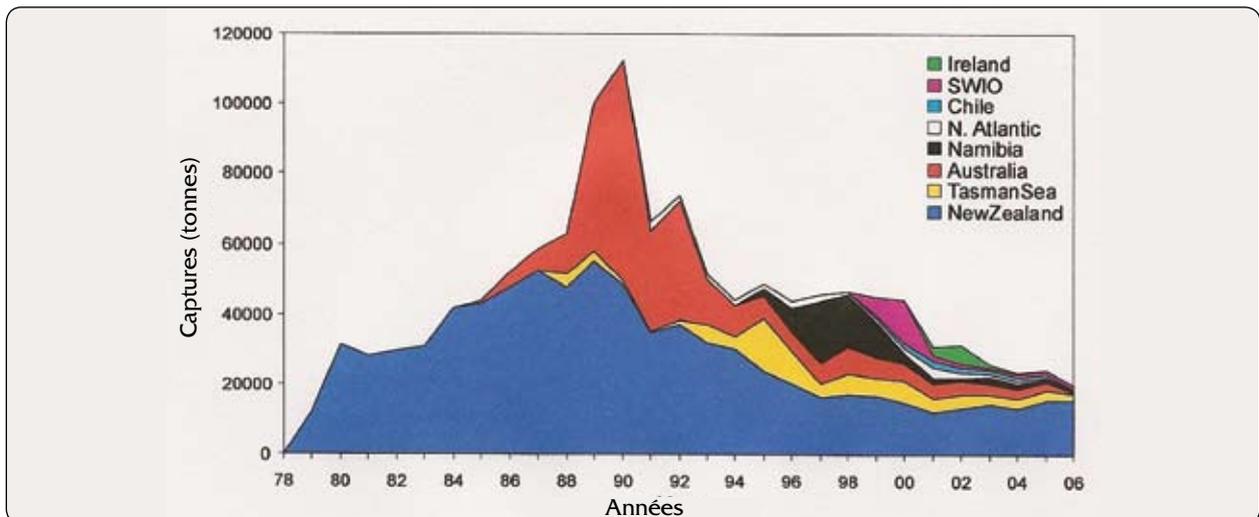


Figure. 2 – Évolution des pêcheries de l'hoplosthète orange dans le Pacifique et l'Atlantique (Source : Clark, 2009)

Pour l'ensemble de ces espèces de profondeur, 133 en 2006 (FAO, 2009), on calcule que le pic de production fut atteint autour de la première moitié des années 1990 et que le total de la capture internationale ciblée sur ce type de ressources, entre 1968 et maintenant, s'élève à un peu plus à 2,15 MT<sup>12</sup> (Clark, 2009), un indicateur certainement dérisoire

en termes de production de pêche<sup>13</sup>, ne représentant plus qu'une petite proportion de la moyenne de la capture annuelle de poissons marins dans la même période, environ 60 MT/an.

Au contraire, du point de vue de la biodiversité, cette quantité - quoique relativement infime - traduit

10. Plus de la moitié (52%) des monts sous-marins les plus larges sont localisés au-delà des zones de juridiction nationale (Clark et al, 2006).  
 11. On peut considérer que l'exploitation des bancs de pêche en haute mer a commencé en 1967, l'hoplosthète orange étant l'espèce-cible (Watson et Morato, 2004).  
 12. Plus de 2,25 MT selon Secrétariat-Convention on Biological Diversity, 2008.fut, simplement, létale.  
 13. Les quantités sont en baisse mais, grâce à la qualité de leur chair, leur valeur au marché est très élevée (ce qui constitue une stimulation pour les armateurs).

déjà l'existence d'un régime dilapidateur et agressif dont la persistance conduira, inexorablement, à l'extinction de ces espèces dont les caractéristiques écologiques et biologiques (une croissance lente, une longévité relativement longue et une baisse fertilité (Devine et al, 2006)), ne permettent pas de supporter une pression érosive de cette ampleur. *Seul un petit nombre de stocks de ces espèces de profondeurs ont montré des signes de récupération une fois surexploités* (Clark, 2009).

Si on considère maintenant le comportement des différentes zones de pêche, on constate des différences régionales bien accentuées et pourtant, *considérées dans son ensemble*, on peut dire que, du point de vue fonctionnalité du système, la variété de situations joue comme une sorte de *mécanisme de compensation* globale. Dans ce sens on observe que, entre 1985 et 2000, les captures continuent d'augmenter de façon graduelle dans l'Océan Indien Orientale et le Pacifique Centre-ouest<sup>14</sup>, tandis que, dans le reste du Pacifique et dans l'Atlantique, la production totale a connu un décroissement accentué<sup>15</sup> (de près de 10 millions de tonnes).

Les statistiques de la FAO montrent que dans le cas des espèces démersales (celles qui vraiment supportent le gros de l'activité industrielle de transformation due à leurs caractéristiques et leur haute valeur de marché), les pics de production calculés pour des périodes de 5 années, furent atteints bien avant la décennie 1990.

Tableau 2 – Années de pic de capture pour les ressources démersales économiquement importantes de chaque région

Décade de pic de capture	Régions de pêche et années de pic de capture
1960	Atlantique Nord-ouest (1967), Atlantique Sud-est (1969)
1970	Antarctique (1971), Atlantique Sud-est (1972), Atlantique Centre-ouest (1974), Atlantique Centre-est (1974), Pacifique Centre-est (1975), Atlantique Nord-est (1976)
1980	Pacifique Nord-ouest (1987), Pacifique Nord-est (1988)
1990	Pacifique Sud-ouest (1990), Pacifique Sud-est (1990), Méditerranée (1991), Indien Ouest (1991), Indien Est (1991), Pacifique Centre-ouest (1991)

Source : FAO, 1997

Au-delà de l'évolution des pics de production on peut voir dans la Fig. 3 ce que furent les pertes de capture jusqu'à 2001.

Dès 1971, des exercices d'évaluation sont régulièrement développés pour se faire une idée du niveau d'exploitation auquel est soumise l'extrême diversité des ressources maritimes et, dans ce sens, la comparaison entre situations observées dans l'espace d'une décade, entre 1994 et 2005, montre bien comment on ne fut pas capable d'éviter les conséquences les plus dramatiques d'une prédation largement irresponsable à tous les titres. La réalité est que, déjà en 1994, la situation de 69% des ressources recommandait «... *an urgent need of management actions to halt the increase in fishing capacity or to rehabilitate damaged resources...*» (dont 60% pleinement exploités ou surexploités) (FAO, 1995)

et ce qui est vraiment étonnant c'est non seulement la constatation que, dix ans après, on arrive à 2005 et on trouve 77% des ressources exigeant des mesures urgentes (dont 69% est pleinement exploités ou surexploités), et qu'en 2007 la situation a continué à s'aggraver avec 80% et 71%, respectivement, des ressources dans les conditions susmentionnées.

Tableau 3 – Évolution de la condition des ressources maritimes entre 1994 et 2005

Condition des ressources	Année			
	1994 (%)	1998 (%)	2005 (%)	2007 (%)
En reconstitution	3	9-10	1	1
Épuisées	6		7	8
Surexploitées	16	15-18	17	19
Pleinement exploitées	44	47-50	52	52
Modérément exploitées	31	25-27	20	20
Sous-exploitées			3	

Sources : FAO 1995, FAO 2000, FAO 2005, FAO, 2009

14. Au-delà du Pacifique Centre-ouest, le Nord-ouest et le Sud-est Pacifique furent les grandes régions de production en 2006, couvrant 44,8% de la production des principales régions de pêche maritime (FAO, 2009). 11. On peut considérer que l'exploitation des bancs de pêche en haute mer a commencé en 1967, l'hoplosthète orange étant l'espèce-cible (Watson et Morato, 2004).

15. À l'origine de cet effondrement sont : les sardines européenne (*Sardina pilchardus*), japonaise (*Sardinops melanostictus*) et péruvienne (*Sardinops sagax*), le chincharde du Chili (*Trachurus murphyi*), le colin d'Alaska (*Theragra chalcogramma*) et le saumon du Pacifique (*Onchorhynchus keta*), dont les débarquements ont souffert d'une diminution sérieuse pendant ce période.

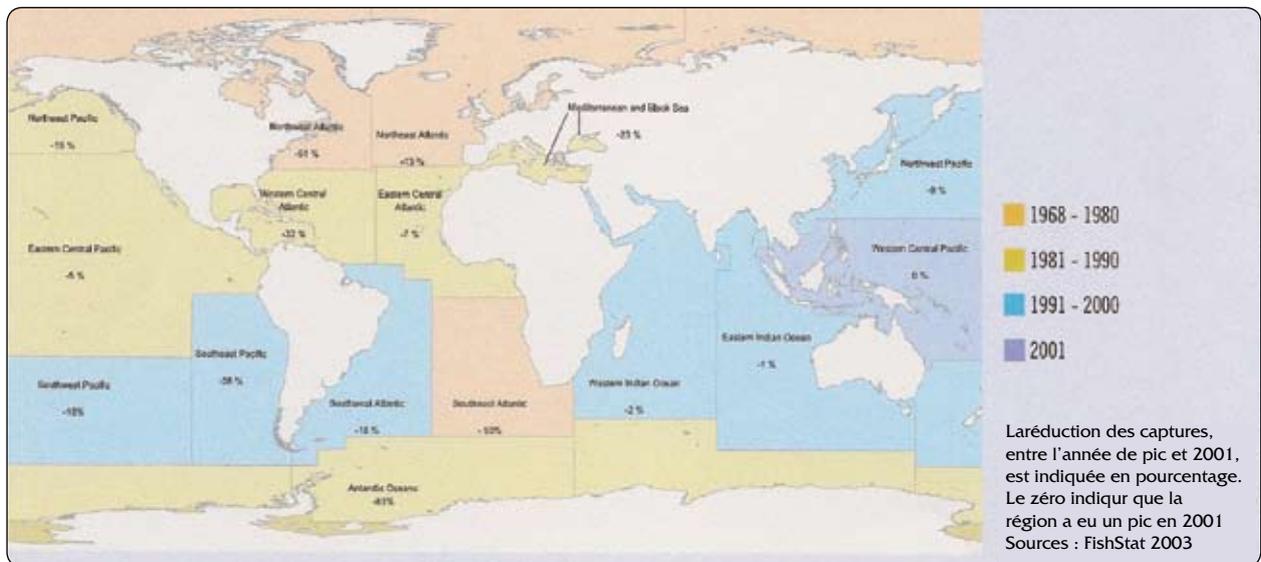


Figure. 3 – Périodes de pic de capture et pourcentage de réduction de captures jusqu'à 2001 (Source : Kura et al, 2004.)

Si on considère que dans le groupe de 69% susmentionné sont incluses 7 des 10 espèces les plus importantes<sup>16</sup> qui contribuent pour le soutien de 30% des captures maritimes mondiales (FAO, 2009), on comprend mieux l'énormité de la situation. Tout cela avec la circonstance aggravante de disposer déjà à l'époque (fin des années 1990) d'information et d'expérience vécues fiables, de connaissances scientifiques et techniques plus solides et de quelques instruments d'intervention suffisamment efficaces pour une régulation plus restrictive des activités.

L'analyse de l'évolution de l'état d'exploitation de l'ensemble des stocks permet d'avoir une perspective de l'évolution des comportements, sans oublier qu'au long du temps il y a eu une expansion de la géographie, de l'effort et de la diversité, c.-à-d. un plus grand espace d'action, une mobilité/capacité des flottes (avec une intensification de l'exploitation) et une réorientation de l'activité. Effectivement, si on considère un laps de temps suffisamment élargi on voit clairement que l'évolution des tendances détectées dans la condition des ressources ne fait plus que *confirmer un comportement qui dans l'essentiel n'a souffert d'aucune modification sensible au cours d'au moins une trentaine d'années* (Fig. 4).

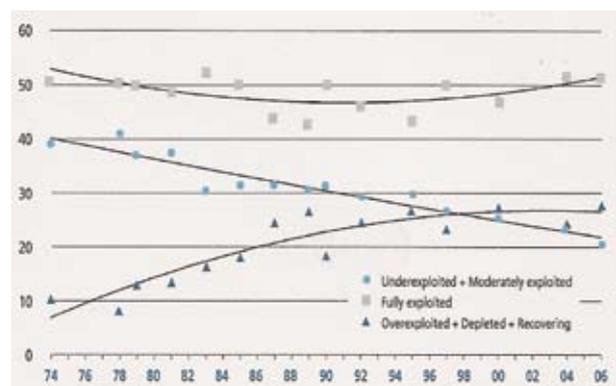


Figure. 4 - Tendances globales observées dans l'état d'exploitation des ressources évaluées (1974 – 2006) (Source : FAO, 2009)

Les conséquences de ce comportement pratiquement immuable au long du temps sont devant nous, schématisées par une situation extrême où, globalement :

- la pression érosive des efforts de pêche est exercée sur 12 espèces, représentant environ 35% des captures mondiales (Cury et Morand, 2005),

16. Dont anchoveta péruvienne (*Engraulis ringens*), lieu de l'Alaska (*Theragra chalcogramma*), anchois du Japon (*Engraulis japonicus*), merlan bleu (*Micromesistius poutassou*), capelin (*Mallotus villosus*) et hareng atlantique (*Clupea harengus*) sont pleinement exploitées ou surexploitées. En contrepartie, le maquereau espagnol (*Scomber japonicus*) et le listao (*Katsuwonus pelamis*) sont considérés comme modérément exploités, étant inconnu, dans la majorité des aires de distribution, l'état du poisson sabre ou ceinture d'argent (*Trichiurus lepturus*), dont le gros des captures mondiales est rapporté par la Chine (60%).

- les pêcheries industrielles<sup>17</sup> ont contribué pour une réduction de 80 % de la biomasse, 15 ans après leur début, et on estime que la biomasse des grands poissons prédateurs ne représente aujourd'hui pas plus de 10% du niveau préindustriel (Myers et Worm, 2003). On admet aussi que 80% des ressources étaient déjà pleinement exploitées ou même surexploitées en 2007 (FAO, 2009) mais la condition pouvait être beaucoup plus préoccupante encore au niveau régionale : c'est bien le cas des eaux sous juridiction européenne où la surexploitation affecte 88% des stocks dont on dispose des évaluations, tandis que le niveau moyen de surexploitation hors ces eaux est de 25% (European Commission, 2008)<sup>18</sup>,
  - les captures maritimes reposent de plus en plus sur les petits pélagiques les moins valorisés en résultat de la surexploitation des espèces carnivores de plus grande taille, cycle vicieux qui, faute d'alternatives, force la condition de «... *fishing down the web*...» (Pauly et al, 1998, Pauly et Maclean, 2003). Aux années 1970, la production des démersales (comme la morue et le merlu) a connu une rupture, tendant à se fixer autour des 20 MT, au contraire des pélagiques (comme les sardines et le hareng) dont la production a continué à augmenter jusqu'au pic de presque 45 MT (en 1994), en diminuant au long des années suivantes pour se fixer entre 35 et 40 MT,
  - la surpêche a contribué à l'accélération de l'affaiblissement des ressources aussi bien que pour une modification significative des relations complexes d'interdépendance, perturbant les «équilibres» au sein de l'écosystème, une contrainte qui peut être encore plus aggravée en résultat d'altérations de stratégie d'exploitation (espèces-cible, saisons, engins et lieux de pêche) dus à l'incidence d'une diversité de facteurs
    - comme des modifications drastiques au niveau des chaînes alimentaires, de l'habitat et de la dégradation de l'environnement, dont les effets peuvent se transmettre en cascade. La réalité c'est que aujourd'hui la liste rouge du CITES<sup>19</sup> comporte plus d'une centaine d'espèces de poissons marins (Cury et Morand, 2005),
    - une perte excessive de la biomasse reproductrice peut mettre en cause les limites de tolérance biologique et écologique des espèces, se répercutant sur la capacité et le temps d'autorégénération de la ressource et augmentant le risque d'extinction,
    - On constate une lente régression de la biodiversité<sup>20</sup> due aux effets cumulés de l'activité humaine (Clausen et York, 2008) et on craint des difficultés accrues au niveau de l'adaptation aux changements environnementaux.
- Si on regarde plus spécifiquement la situation, on constate que :
- a) globalement, la capture des espèces les plus valorisées, comme la morue, les thons, les mérus et les requins, a connu une perte bien accentuée qu'on estime à presque 90% des niveaux «préindustriels» (c'est-à-dire d'il y a un peu plus qu'une cinquantaine d'années) et qu'en Asie, pour le même intervalle de temps, on estime que la biomasse existante aujourd'hui dans les eaux côtières correspond seulement à 8-12% des niveaux du passé. Les rendements de pêche dans le Golfe de Thaïlande ont déclinés de 250 kg/heure jusqu'à 18 kg/heure, entre 1961 et 1999 (Haan, 2004),
  - b) environ 80% de l'ensemble des ressources dont les évaluations régulières sont disponibles est constitué par des stocks ou populations

17. La plus grande responsabilité appartient aux pêcheries industrielles mais il y a d'autres acteurs qu'il ne convient pas d'oublier. En effet, la modernisation de la petite pêche et de la pêche de récréation a contribué à l'élargissement des opérations et à une plus grande intensité de pêche ciblée sur les espèces de plus grande dimension (Stallings, 2009). On doit observer qu'il y a aussi des situations où une partie de la flotte de récréation est déguisée dans la mesure où nous sommes devant des anciens bateaux de pêche professionnelle qui ont été déclassés par besoin de réduire la capacité de pêche excédentaire.

18. Apparemment, la situation s'est améliorée puisque, selon la Commission Européenne (European Commission, 2010), le nombre de stocks dont on sait qu'ils ne sont pas exploités est passé de 2 (2005) à 11 (2010), que le nombre de stocks en dehors des limites biologiques de sécurité est passé de 30 (2003) à 2 (2010) et que le nombre de stocks avec avis d'interruption de la pêche a diminué passant de 20 à 14. Toutefois le nombre de stocks sans formulation d'avis scientifique (due à la mauvaise qualité des données) a augmenté (42 contre 35 en moyenne précédemment). Toutefois, nonobstant ces apparents progrès, la situation à l'intérieur de l'espace communautaire continue à susciter des graves préoccupations.

19. Liste des espèces vulnérables ou en danger d'extinction.

20. Entre 1970 et 2000, les estimations faites pour le *Living Planet Index* (WWF) indiquent qu'en général l'abondance de l'ensemble des espèces a diminuée de 40% (valeur moyenne) ; dans le même laps de temps, les espèces des eaux continentales ont souffert d'un déclin de 50% à peu près, tandis que pour les espèces marines (aussi bien que les terrestres) la proportion fut de 30% (Clausen et York, 2008).

totale­ment exploitées ou déjà surexploitées<sup>21</sup> et c'est précisément dans les vastes régions autrefois poissonneuses du Nord-est Atlantique, du Nord-ouest Pacifique et de l'Océan Indien Occidental qu'on trouve la plus grande proportion de ressources pleinement exploitées (FAO, 2009). La situation observée dans les anciens grands centres de production où les captures ont baissées de façon accentuée est particulièrement impressionnante. En effet, on a constaté une perte de 61% dans l'Atlantique Nord-ouest et une diminution de 33% dans l'Atlantique Nord-est (FAO, 1997),

- c) les captures d'espèces démersales en Mer du Nord ont souffert d'une décroissance brutale, passant de plus de 1,1 MT au début des années 1970, à moins de 300 mille tonnes en 2005. Dans le même sens, la morue de la Mer du Nord pouvait atteindre les 20 kg de poids (et un âge de plus de 20 ans) pendant la décade de 1960 tandis qu'aujourd'hui elle est capturée avec un poids moyen inférieur à 1 kg (et un âge d'environ 1,6 ans)<sup>22</sup>,
- d) l'étude de la situation de 90 stocks *non-clupéidés* a mis en évidence qu'il n' avait pas eu pratiquement de récupération 15 années après une réduction de 45-99% de la biomasse reproductrice (Hutchings, 2000) ; contrairement, d'autres taxa comme les *clupéidés* semblent être plus capables de récupération après un effondrement (Hutchings et Reynolds, 2004), mais il y a un nombre d'exemples, comme les stocks d'alose (*Alosa alosa*) de la Mer du Nord et du hareng (*Clupea harengus*) de Wadden Sea, qui ont disparus au niveau locale (Dulvy *et al*, 2003).

D'une façon générale, la réorientation ou diversification des flottes vers d'autres lieux de pêche et/ou d'autres ressources a contribué non vraiment pour un soulagement des problèmes mais plutôt pour une plus grande dégradation du système, en multipliant les situations de dégât (et de gaspillage, comme on verra) de ressources.

Pendant beaucoup de temps, le caractère multis­pécifique de la grande majorité des pêcheries a porté tort sur la réalité des pêcheries dans la mesure où les captures accessoires cachent fréquemment la

réalité soit en ce qui concerne l'affaiblissement des populations et communautés soit du point de vue de la modification de la structure et fonctions de l'écosystème (Coll *et al*, 2008).

La réalité, c'est que (Haan, 2004) : «... *fishing and other anthropogenic disturbances alter and destabilize aquatic ecosystems and increase their vulnerability to collapse or species shift...*» et les situations de pêche intensive, voire de surpêche, peuvent provoquer l'extinction écologique des populations ou stocks-cible (du moins au niveau local), dans la mesure où l'interaction entre ressources dégradées et les autres espèces de la communauté est rompue, impliquant des modifications systémiques profondes, structurelles et fonctionnelles qui iront se manifester au long du temps (Jackson *et al*, 2001).

Il y a aujourd'hui de bonnes raisons pour soupçonner que nous avons atteint la limite d'exploitation des océans et que dans plusieurs cas nous avons même dépassé les limites de tolérance biologique et écologique des ressources plus lourdement affectés, voire des situations d'épuisement où on observe des difficultés de récupération. Toutefois, ce qui est plus inquiétant encore, dans ce cadre déjà de pénurie relative, c'est que dans une situation où persiste une accentuation de la *réduction d'opportunités* (diminution du nombre de stocks modérément ou encore non exploités), la conjugaison d'une pêche illicite, non-déclarée et non-réglémentée (INN)<sup>23</sup> avec le maintien de niveaux encore élevés des rejets, aussi bien que des pertes dues à une mauvaise conservation, représentent, objectivement, la continuité d'un comportement de gaspillage irresponsable et surtout le prolongement de conditions qui favorisent décisivement l'affaiblissement continu et la destruction des populations, des communautés et des écosystèmes exploités.

Dans ces conditions, l'obstination de l'argument économique (et politique), au détriment du scientifique et des limitations biologiques et écologiques, est elle même génératrice de l'effondrement économique et des tragiques séquelles sociales si bien connues au niveau des ports et des régions les plus dépendantes de la pêche.

21. L'évolution de la composition des captures pendant les trente dernières années montre une accentuation progressive de la dépendance de la pêche relativement aux niveaux inférieurs des réseaux trophiques, dans la mesure où une exploitation excessive a détruit ou mis en situation de risque les étages supérieurs constitués par les espèces carnivores de plus grande dimension.

22. Des vestiges archéologiques d'il y a plus de 5000 ans ont montré l'existence dans le Golfe du Maine de morues de 1 m de longueur en moyenne, tandis qu'aujourd'hui cette moyenne dans le même Golfe est de 0,3 m, soit environ 3 fois inférieure (Jackson *et al*, 2001).

23. L'acronyme INN correspond au IUU Anglo-Saxon (*illegal, unreported and unregulated*).

## 2 Les causes

Du point de vue strict de la pêche, quatre facteurs furent décisifs dans l'évolution des événements :

- une expansion de la géographie des pêcheries due à l'intensification et la diversification des intérêts ciblés sur la mer favorisés pour la cumulation de capital et le rapide développement technologique associé,
- la persistance d'une idéologie de l'abondance (Weber, 2002) qui, malgré les conséquences catastrophiques connues à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, et même plus récemment, a atteint son pic dans la première moitié de la décennie 1970,
- une croissante pression économique d'une industrie avec excès de capacité, et
- une très rapide dilapidation des lieux de pêche traditionnels, due à une forte intensification de l'effort de pêche.

En effet, l'espace temporel d'un peu plus d'une centaine d'années fut suffisant pour constater des modifications profondes au sein d'une pêche traditionnelle jusque-là essentiellement côtière, grâce aux progrès technologiques, à l'introduction des méthodes d'organisation industrielle dans le système productif et à la concentration de moyens financiers<sup>24</sup>. Dans l'histoire vraiment extraordinaire de tout ce procès, le chalut et l'apparition d'un nouveau type de pêcheur, provenant d'un certain prolétariat urbain<sup>25</sup> lié à la pêche, furent décisifs (Gerrish, 2000).

L'introduction de la machine à vapeur a représenté à l'époque un premier bond gigantesque, ouvrant à court terme la possibilité de multiplier les captures : par exemple, un seul bateau avec un effectif d'équipage de 14 hommes pourrait réussir des captures équivalentes à celles qu'auparavant exigeraient une flotte de 80 voiliers et 600 pêcheurs (Boyer, 1969). Toutefois, l'expérience irait démontrer que les gains de temps et de fortune dans la pêche ne seraient pas faciles à maintenir. Un bon exemple des conséquences dramatiques de la progression des pêcheries industrielles est donné par la flotte

chalutière du Royaume Uni, dont nous pouvons avoir une idée de l'évolution grâce au riche patrimoine d'informations cumulées depuis 1889 (Thurstan, *et al*, 2010).

Justement, avant la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, pendant la décennie 1880, l'introduction des chalutiers à vapeur<sup>26</sup> a contribué à une expansion assez rapide de l'effort de pêche au même temps qu'ouvrant des possibilités impensables jusqu'alors<sup>27</sup> de voyages plus allongées (demandant des parages poissonneuses plus lointaines) et d'utilisation d'engins de pêche de plus grande dimension, opérant à des profondeurs chaque fois plus élevées.

Les rendements de pêche ont connus alors un accroissement remarquable (Fig. 5), avec des conséquences qui ne seraient pas aperçues immédiatement. (Thurstan *et al*, 2010) :

«... In 1889 a largely sail-powered landed twice as many fish into UK than the present day fleet of technologically sophisticated vessels. A hundred years ago, in 1890, the fleet landed four times more fish into the UK than it does today. Peak catches came in 1938, when landings were 5.4 times more than today...»

A partir de ce moment on témoigne une croissance très claire de l'efficacité de la pêche grâce à l'évolution d'embarcations, équipements et engins de pêche. Par exemple, si on analyse la situation des engins traînants dans le cas de la pêche ciblée sur la plie (*Pleuronectes platessa*) au Mer du Nord, on constate aussi une augmentation de l'efficacité de pêche grâce à la motorisation des bateaux, à la mécanisation des opérations, à l'introduction du chalut à panneaux et à l'expansion de l'aire exploitée (Laevastu, 1961).

En effet :

- à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, les voiliers opérant avec des chaluts à perche (les premiers ont émergés vers le milieu de la décennie 1850) ne capturaient plus que 200 kg par marée mais, avec le tournement du siècle, l'introduction du chalut à panneaux et l'emploi d'embarcations plus adaptées à la mer a contribué à une duplication du rendement des captures (400 kg);

24. Le coût des navires à vapeur (en particulier des chalutiers) demandait des vultueux moyens financiers. 22. Des vestiges archéologiques d'il y a plus de 5000 ans ont montré l'existence dans le Golfe du Maine de morues de 1 m de longueur en moyenne, tandis qu'aujourd'hui cette moyenne dans le même Golfe est de 0,3 m, soit environ 3 fois inférieure (Jackson *et al*, 2001).

25. Exemples d'une «... *special industrial migration*...» (Gerrish, 2000).

26. «*Pioneer*» fut le premier chalutier, construit en Hull et enregistré à Scarborough (1881). À la fin de cette même année il y en avait deux autres chalutiers du même type (Robinson, 2000).

27. Sans oublier, naturellement, l'introduction (et développement futur) de la mécanisation des opérations à bord des embarcations.

- au lendemain de la première Guerre Mondiale, les bateaux totalement motorisés ont permis d'atteindre les 1000 kg mais ce volume de captures par voyage va encore se dupliquer avec l'introduction de chalutiers de plus grande dimension, à la fin de la deuxième Guerre Mondiale.

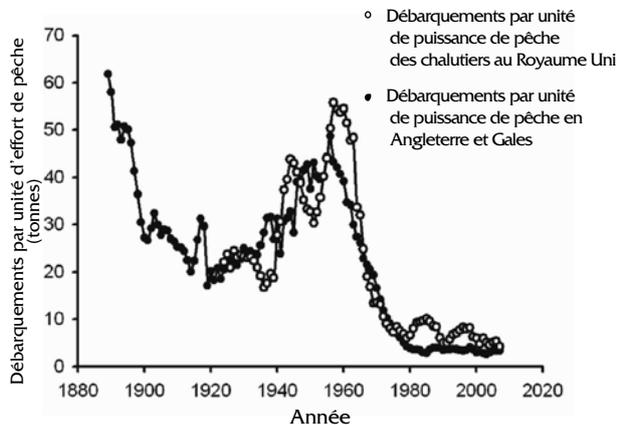


Figure. 5 – Tendances dans l'évolution de la productivité des chalutiers, au Royaume Uni, entre 1889 et 2007 (Source : Thurstan *et al*, 2010)

On ne peut pas ignorer l'énorme impact qu'une technologie extrêmement dynamique a eu, influençant profondément toute une philosophie de conception et de comportement chaque fois plus prisonnière d'une vision de court délai centrée dans l'efficacité économique et la productivité.

De ce fait, et suite aux premiers essais qui se sont déroulés à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et pendant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, c'est dans la période qui s'allonge de la fin de la II<sup>e</sup> Guerre Mondiale jusqu'à la moitié des années 1970, que nous pouvons témoigner l'essentiel des conséquences du mouvement expansionniste des décennies 50-60 et de l'accélération du processus d'industrialisation du secteur de la pêche (captures et transformation) aussi bien du point de vue organisation que opérationnel.

En effet :

- en ce qui concerne l'organisation :
  - essais de verticalisation du secteur sur la base d'une plus étroite connexion entre flottes, conservation et transformation,
  - structuration des réseaux de points d'appui logistique (services, fournitures approvisionnement),
  - développement des chaînes de froid et des réseaux de transports fiables,
  - opérations de pêche en groupe avec des navires-usines appuyés par des flottilles de pêche et navires transporteurs/ travaillateurs, et opérations de pêche intégrées sur la base des chalutiers-usine (dont le premier chalutier

pêche arrière fut le «Fairtry», construit à Aberdeen en 1953) et d'autres types de navire de pêche-usine (palangriers, thoniers, etc.), et

- constitution d'associations d'intérêts ou partenariats (sociétés mixtes ou autres) dans les pays-tiers.
- en ce qui concerne l'opération :
  - disponibilité de charbon à bas coût dans un premier temps et plus tard l'emploi du "diesel" de haut rendement (grâce à la turbocompression),
  - généralisation des câbles en acier et des fibres synthétiques (introduites pendant les années 1950),
  - développement du chalut pélagique et d'engins de pêche de plus grande dimension (palangres et filets maillants)
  - mécanisation du travail à bord (traction du treuil à tambour, power-block, etc.),
  - équipements électroniques de détection (le premier sonar fut introduit pendant les années 1950), de navigation et de communication, et
  - conservation (surgélation) et transformation à bord.

Tous ces éléments de progrès technologique et organisationnelle ont contribué dans un premier temps au développement et la consolidation d'une industrie de pêche mais aussi, revers de médaille, à la création des conditions qui, dans quelques années, iraient provoquer l'appauvrissement rapide des lieux de pêche, en raison de l'impact brutal des régimes d'exploitation intensive adoptés, *régimes qui ont ignoré le rôle amplificateur de la technologie sur la capacité de pêche d'un bateau et l'effort exercé sur les ressources.*

Au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle et de la première moitié du XX<sup>ème</sup>, on observe une accentuation du clivage entre l'exploitation du plateau continentale et la pêche hauturière au même temps que tout le secteur (y compris l'exploitation des eaux continentales, si bien qu'à une autre échelle) qui va souffrir de toute une série d'ajustements profonds (Fig. 6).

Avec l'épuisement progressif des grandes pêcheries du Nord Atlantique (*jusqu'à la fin des années 30, plus que 80% de l'effort de pêche internationale était concentré au nord du parallèle 30° N*), on témoigne une première modification importante avec le détournement des flottes vers les zones plus poissonneuses de l'hémisphère sud, cherchant des ressources non seulement pour la consommation humaine directe (en frais mais surtout surgelé) mais aussi pour la production de farines et huiles.

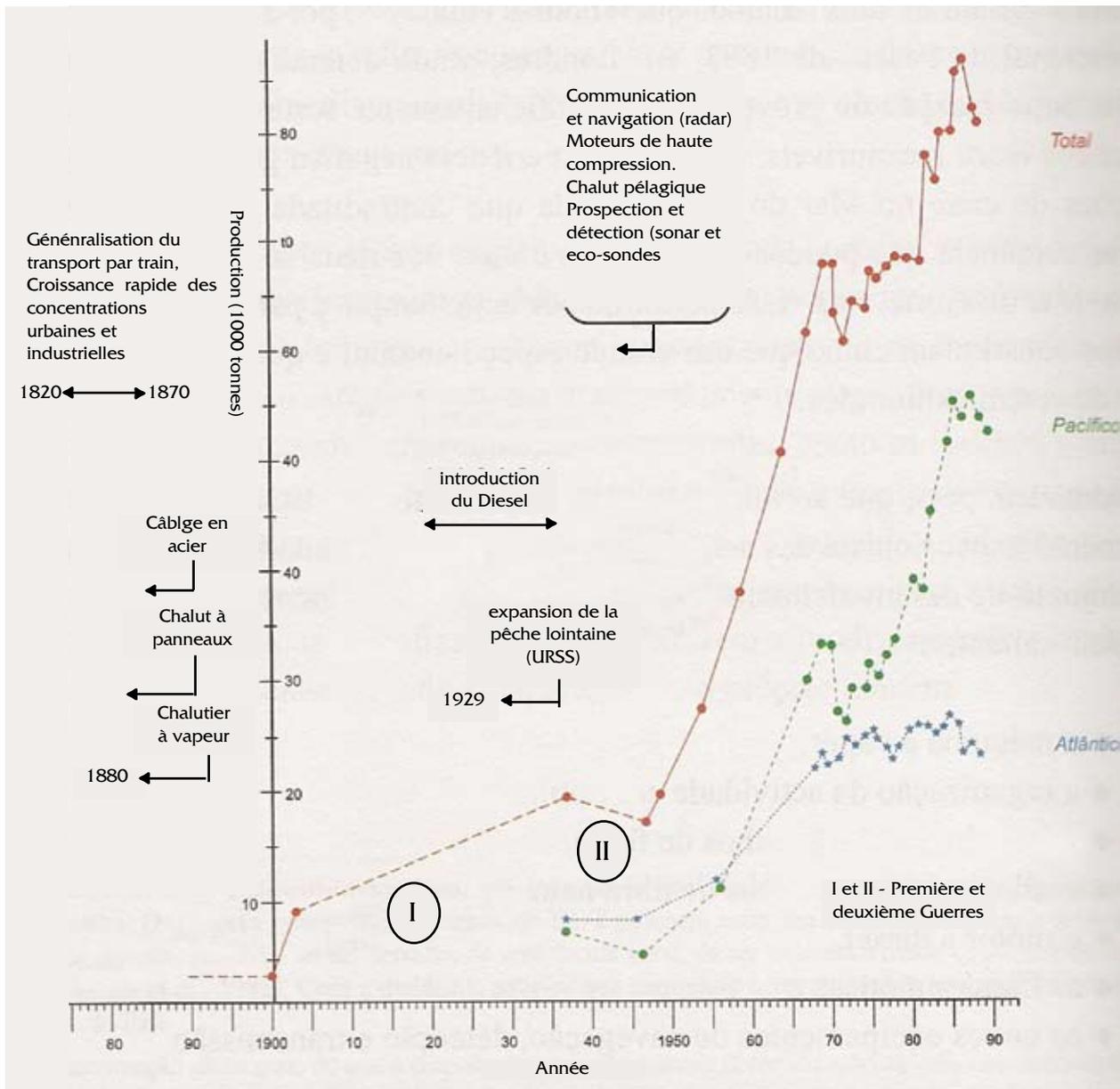


Figure. 6 - Technologie et évolution des captures maritimes depuis 1880 et au long du XXe siècle  
(Source : Vasconcelos, 1981 et 2002)

Ce mouvement expansionniste en deux étapes et l'altération du positionnement stratégique entre les grands centres de production océanique mondiale, sont le résultat d'une stratégie visant l'auto-soutien d'une activité exercée dans des parages lointains, où les flottes étaient organisées selon une perspective de diversification fonctionnelle, leur action étant supportée par un réseau de points d'appui logistiques et/ou par des partenariats<sup>28</sup>.

Mais les traits les plus curieux qu'on observe sont : la *perte définitive de la position de grand centre mondiale de pêche de l'Atlantique (A) en faveur du Pacifique (P)*<sup>29</sup>, terminée la décade de 1950, avec la récession des pêcheries atlantiques (très claire vers 1970) et la très rapide mondialisation de l'activité.

Ce qu'au départ n'étaient plus que des problèmes de répercussion purement locale se sont transformés

28. On ne doit pas oublier le rôle d'évidence que le Japon et l'URSS ont eu dans ce domaine.

29. Par rapport à la production, la situation relative en 1948 était : 57,1% (A) contre 37,3% (P). En 1958 on constate déjà une perte d'influence significative de l'Atlantique, avec 47,9% (A) contre 47,2% (P), le tournement se complétant les années suivantes de telle façon qu'en 1968 les situations étaient renversées, le Pacifique occupant maintenant une position comparable à celle de l'Atlantique dans le passé : 55,3% (P) contre 40,8% (A).

en évènements de vaste impact, plutôt régional et international, en contribuant à des situations de panne beaucoup plus généralisées du potentiel de pêche. Plus fréquemment que désirable, *on oublie ou on sous-évalue l'importance qu'une différence d'échelle peut avoir en termes d'impact de longue durée au moment de choisir entre différentes solutions techniques et organisationnelles* (Vasconcelos, 2002, Fulton *et al*, 2009). C'est ce que l'histoire de la pêche nous enseigne.

Même au niveau scientifique il faut reconnaître qu'un certain manque de communication interdisciplinaire, de pair avec des visions plutôt réductionnistes de la vie et des relations complexes au niveau des organismes, des espèces et de l'environnement, ont influencés négativement l'aperçu des problèmes. La rigidité des interprétations et des modèles ne contribuent pas pour une solution d'équilibre et peuvent conditionner sérieusement les perspectives plus ouvertes à d'autres perceptions; il suffit de rappeler que : *«... in the early 1950s the theory of fisheries management took a dramatic turn with the development/adoption of maximum sustainable yield (MSY)... According to the theory<sup>30</sup>, removing fish made more food available for remaining fish that thereby grew faster. For practical purposes, scientists and fishery managers assumed that a population of fish would produce the most fish at about half its unexploited size. In this way, the theory of MSY provided a scientific rationale for reducing fish populations as a matter of priority...»* (Weber, 2002). On pourrait ajouter qu'il y a aussi une grande marge d'erreurs en essayant de prévoir le MSY et le TAC (Total Admissible de Captures) si l'approche est faite sur la base d'une seule espèce ; au contraire, une vision plus élargie, pluridisciplinaire, holistique si on veut, peut contribuer à une réduction des erreurs et de l'incertitude (Larkin, 1977, Botsford *et al*, 1997, Vasconcelos, 2008, Breen *et al*, 2010).

Il y a certainement d'autres facteurs à considérer les moindres desquels ne seront pas certainement les insuffisances des systèmes de report statistique et les impacts des rejets (Myers *et al*, 1997) et des captures accessoires.

Même l'argument selon lequel les *«... collapses were largely the result of management actions that were risk-prone, given the assessment estimates...»*, comme soulignait Shelton (2007) à propos du cabillaud du Nord-ouest atlantique<sup>31</sup>, ne doit être sous-estimé; des erreurs sérieuses ont été commises (King, 2008) dans l'évaluation de l'état des stocks (par exemple, on prévoyait une diminution des stocks de 70%, depuis les années 1960 quand, dans la réalité, elle se situait à 90%) et dans le calcul des débarquements de la pêche côtière (16% de morue adulte quand la capture se situait autour de 60%). Il faut se rappeler, à propos des collapses, que l'analyse de 1519 séries de la base de données de la FAO, correspondantes à la dernière cinquantaine d'années, a révélée l'occurrence de 366 effondrements de pêcheries, c'est-à-dire, 1 pêcherie sur 4 s'était effondrée (Mullon *et al*, 2005).

Chaque option représente, naturellement, un prix et des risques pour le futur, ce que devrait exiger une pondération précautionneuse; simplement, les pressions d'une idéologie dominante, qui privilégie l'immédiat, et d'une vision étroite et partielle du monde naturel force trop fréquemment l'adoption de mesures qui, à relatif court terme, se révèlent aggravantes de la situation.

Si, en grande partie, une connaissance insuffisante à l'époque et, donc, l'incapacité d'évaluer la marge d'erreur qui lui est toujours associée, peuvent nous aider à comprendre les raisons sous-jacentes à tout ce processus, la vérité c'est qu'on ne peut pas éviter une certaine sensation de surprise quand on voit la légèreté avec laquelle, comme presque toujours (même aujourd'hui), ont été (ou sont) envisagés les avertissements successifs accumulés dans l'histoire de la pêche maritime d'une diversité de peuples riverains.

D'autre part, des mesures de conservation et de gestion de l'effort de pêche basées exclusivement sur l'actualité d'une situation où l'information existante peut induire des erreurs de perception<sup>32</sup>, non seulement sur la gravité des problèmes, mais aussi du point de vue du besoin de fixation d'un «missing baseline» de référence – un élément particulièrement important au cas où les communautés et paysages

30. Théorie fondée sur une approche exclusivement économique.

31. Il ne convient pas oublier qu'après l'éloignement des flottes étrangères hautement responsables pour des excès de capture dans les eaux canadiennes, le Gouvernement canadien a voulu développer la capacité nationale de production industrielle de pêche le résultat final étant, les années suivants (1992), l'effondrement à long terme des stocks de morue dans la région et le besoin de déclencher un moratoire dont les conséquences furent tragiques pour les milliers de pêcheurs et de travailleurs de l'industrie de transformation.

32. Très simplement parce que ce que nous voyons aujourd'hui ne correspond pas au cadre «originel».30. Théorie fondée sur une approche exclusivement économique.

non exploitées aujourd'hui pourront exiger dans le futur l'application des mesures de récupération et de conservation (Myers *et al.*, 2003).

La persistance de régimes d'exploitation excessive<sup>33</sup> à une échelle mondiale depuis des années, laisse peu de chances à la capacité d'auto-régénération et d'adaptation des écosystèmes. C'est dans ce contexte qu'au fil du temps mais surtout pendant le dernier demi-siècle, le cycle infernal des trois SSS (*Surinvestissement, Surcapacité et Surexploitation*) a contribué de manière décisive à une destruction graduelle du secteur.

En effet, et pour des raisons les plus diverses, en incluant l'*absurde* (comme, à juste titre, est souligné par Berrill, 1997), il y a toute une énorme proportion d'organismes marins animaux et végétaux (*dont, en règle, le nombre et la quantité ne sont pas pris en compte*) qui est purement et simplement détruite. Ces pertes contribuent à une désorganisation fonctionnelle et opérationnelle de l'écosystème, affectant les réseaux trophiques et, en conséquence, les espèce-cibles de l'exploitation (Harrington *et al.*, 2005b).

L'occurrence de «regime shifts», en résultat de perturbations sérieuses des relations d'interdépendance systémique, peut provoquer des ruptures suffisamment profondes pour modifier de façon durable la production, mettant en cause le régime d'exploitation (Botsford *et al.*, 1997, Vasconcelos, 2002, Cury *et al.*, 2005).

Le conditionnement des activités de pêche par le marché et les choix d'une certaine société de consommation ont influencés des pertes considérables, soit privilégiant des engins moins sélectifs, soit à travers le rejet compulsif d'un pourcentage important des captures, soit encore, par la destruction des habitats (le chalutage des fonds marins étant le grand responsable).

Plusieurs auteurs (Tableau 4) ont essayé de mesurer les pertes dont la pêche commerciale de démersales a souffert dans l'Atlantique Nord en termes de biomasse actuelle estimée relativement à un passé déjà lointain.

Tableau 4 – Estimation des pertes de biomasse pour les grands démersales

Auteurs	Méthode	Pêcheries	Ressources	Situation actuelle
Christensen <i>et al.</i> , 2003	Modèles trophiques	Atlantique Nord	Poissons prédateurs	-90% dès 1900
Myers <i>et al.</i> , 2003	(séries de données différentes)			-90% du niveau préindustriel
Jennings <i>et al.</i> , 2004	Théorie macro écologique	Atlantique Nord et Mer du Nord	Grands poissons du Mer du Nord	-97,4% (4-16 kg) -99,2% (16-64 kg)
Rose, 2004	Recrutement, débarquements, biologie et registres climatiques	Newfoundland	Biomasse de la morue (depuis 1505)	-99,7% (en 1992) des populations de morue originelles
Rosenberg <i>et al.</i> , 2005	Registres de pêche historiques	Scotian Shelf (Canada)	Biomasse de la morue	-96% dès 1852

Source : Thurstan *et al.*, 2010 (modifié)

On admet que les pertes dues aux rejets (déterminées en bonne partie par le comportement du marché ou par des mesures de gestion et de conservation) et aux mauvaises pratiques de conservation à bord sont

très élevées, pouvant atteindre les 27 MT/an (calcul fait pour la période de 1988-1990)<sup>34</sup>, soit l'équivalent du tiers de l'ensemble des captures (Alverson *et al.*, 1994).

33. On estime que 55% des extinctions dans les communautés marines sont dues à l'exploitation et 37% à la perte ou dégradation de l'habitat (Dulvy *et al.*, 2003).

34. Le chalutage et les pêcheries ciblées sur des crustacés, comme les crevettes, sont responsables des taux plus élevés de rejets. Pendant les années 1990, les seules pêcheries de crevettes ont contribué pour environ 35% du total de pertes par rejets, les niveaux les plus élevés dans les eaux tropicales : environ 15 kg pour chaque kg de crevettes (Matthews *et al.*, 1999). Relativement au Brésil, d'autres auteurs rapportent un ratio plus bas environ 9,3 kg pour chaque kg de crevettes (Alverson *et al.*, 1994) ou 8,9 en tant que point intermédiaire des variations entre 7,2:1 et 10,5:1 (Davies *et al.*, 2009).

Tableau 5 – Exemples de pêcheries où les rejets sont élevés

Typologie de la pêche	Région de pêche	Quantité rejetée à la mer versus Quantité débarquée
Chalutage de crustacés (crevette)	Atlantique Centre-Ouest	12,13
Nasses (crabe)	Mer de Bering	9,71
Filets maillants (flétan)	Californie	4,83
Chalutage (merlan)	Atlantique Nord-est	2,83
Chalutage (poisson)	Golfe Persique	1,75
Chalutage (langoustine)	Atlantique Nord-est	1,70
Nasses (langouste)	Pacifique Centre-Est	1,68
Palangre (espadon)	Pacifique Centre-Ouest	1,58
Chalutage (merlu)	Atlantique Nord-est	1,18
Palangre (thon)	Océan Indien Orientale	1,13
Chalutage (merlu)	Atlantique Nord-est	0,51

Source : Vasconcelos, 2002, OCEANA, 2005 (modifié).

D'autres estimations, plus récentes (FAO, 1999), ont situées les rejets au niveau de 20-22 MT/an mais, plus récemment encore, Kieran Kelleher a procédé à une révision des méthodologies et données considérant que la moyenne de rejets devrait se situer au niveau de 7,3 MT/an (soit environ 8% de la capture totale), en tenant compte des années 1992-2001 (Kelleher, 2005).

On reconnaît la difficulté de l'exercice, d'ailleurs enrichi par une vaste bibliographie (Hall et al, 2005), mais au-delà de la controverse (Zeller et Pauly, 2005, Matsuoka, 2008, Hall, 2005, Harrington *et al*, 2005a, Davies *et al*, 2009) l'important c'est qu'on peut et on doit progresser dans le sens d'une réduction significative de ces pertes<sup>35</sup>, sur la base de mesures concrètes, d'action et d'information auprès des populations, sans oublier une plus grande exigence concernant le niveau de fiabilité des données<sup>36</sup> et bien aussi une couverture plus détaillée de situations, en incluant l'information historique qui est absente dans beaucoup de pêcheries (Walmsley *et al*, 2006).

Bien que les références aux rejets puissent varier en termes d'unité (poids, valeur au marché, nombre d'individus), les quantités sont toujours expressives pouvant représenter dans certaines

occasions des niveaux presque équivalents à ceux des débarquements (par exemple, ce qu'on observe parfois à la Mer du Nord *dans les pêcheries démersales*).

Globalement, le total annuel des rejets pour la Mer du Nord pendant la décade 1990 a varié entre 500.000 et 880.000 tonnes (pour un total de captures d'environ 2 millions de tonnes/an), la proportion plus élevée de ces rejets est due à l'activité des chaluts à perche (Kelleher, 2005).

Dans ce contexte, les pêcheries ciblées sur les stocks démersales sont responsables pour une proportion de rejets qui peut varier entre 20 et 60% de la capture totale, dépendant de la typologie de l'engin de pêche, de la région et des espèces-cible.

En effet, dans la Mer du Nord, les rejets varient entre 40 et 60% dans la pêche chalutière à perche mais seulement environ 40% dans le cas du chalut à panneaux. Dans les eaux plus méridionales de l'espace maritime communautaire, les filets maillants présentent des valeurs inférieures à 20% tandis que dans le cas du chalutage des fonds marins les rejets augmentent, variant entre 30 et 60% des captures. Enfin, dans les lieux de pêche de l'Ouest des Îles Britanniques, le chalutage de fond est responsable

35. Il y a des auteurs qui considèrent réalisables des réductions entre 25% et 64% (Hall *et al*, 2005).30. Théorie fondée sur une approche exclusivement économique.

36; De nombreux exemples dans le domaine de l'agriculture et des forêts démontrent qu'on peut faire des progrès notables avec la coopération des populations.

de 30-40% de rejets (European Commission, 2007). Dans la pêche dirigée à la morue, les rejets sont relativement faibles dans la Baltique, ce qui contraste fortement avec la Mer du Nord.

Dans l'Atlantique Sud au large des côtes de l'Angola, la Namibie et l'Afrique du Sud, les études publiées dans la deuxième moitié des années 1990 montrent clairement comment le poids des rejets (relativement aux débarquements) peut être bien élevé.

Ainsi, pour *les pêcheries au chalut ciblant le merlu*, environ 20% de merlu, 20% de lotte, 70% de l'abadèche ou merlan du Cap et près de 100% de Saint-Pierre, entre autres espèces, furent très simplement rejetées à la mer.

Dans ces zones de pêche, on observe le même type de chez le *chalut ciblé* vers la lotte<sup>37</sup>, avec des niveaux relativement expressifs de rejet de différentes espèces, mais dans le cas du *chalutage ciblé sur les crustacés*, la situation est encore plus significative, on estimant que les rejets pouvaient atteindre des valeurs allant d'un minimum de 40% à un maximum de 98%.

Les exemples se multiplient: à la Mer de Behring, les chalutiers qui cherchent le lieu d'Alaska rejettent le flétan de Pacifique (*Hippoglossus stenolepis*) et le saumon royale (*Oncorhynchus tshawytscha*), portant tort aux pêcheurs de la petite pêche côtière; dans le cas de la Mer du Nord pour conserver 500 millions de églefins (*Melanogrammus aeglefinus*) avec la taille légale, les chalutiers ont rejeté 480 millions à cause d'une taille insuffisante ou parce qu'appartenant à d'autres espèces (Berrill, 1997).

Dans l'ensemble des pertes, un dernier volet doit être considéré dans cette très bref aperçu des pêches maritimes: celui du *destin final* de ce qui reste des captures maritimes après le débarquement, puisqu'au long du temps la destination d'une partie de ces produits (dont la proportion a variée) ne fut pas la consommation humaine directe en exclusif, bien au contraire (Fig. 7).

Effectivement, si on regarde les captures maritimes, on voit qu'à partir, surtout, de mi-années 1960 la proportion des débarquements destinés à la réduction, c'est-à-dire, à la production de farines et huiles, tend à augmenter de façon très appréciable.

Les produits de l'aquiculture qui ont connus un développement appréciable à partir de la fin des années 1980 vont, peu à peu, remplir le vide laissé par des captures et, à la fin d'environ un quart de siècle, en 2006, leur contribution atteint déjà le niveau de 47% de la consommation humaine, ce que correspond à 52 MT, à peu près (FAO, 2009).

C'est cet apport que permet le maintien d'un niveau de consommation humaine *per capita* d'environ 13,6 kg/an (mettant à côté la Chine), *valeur pratiquement inchangée depuis, au moins 1996* (les variations annuelles de la capitation oscillent entre 13,1 et 13,6 kg/an).

Au départ, ce sous-système de production<sup>38</sup> devrait être supporté à travers la capture des petits «... *poissons inutilisables pour l'alimentation (ainsi que les déchets de certains autres poissons vidés ou étêtés)*...» (Olivari, 1933) ou, si on veut,

«... *Fish meals and shellfish meals are manufactured as by-products from the waste or inedible parts of fish and shellfish cumulating in large quantities...*» (Manning, 1931).

Toutefois, le hareng (*Clupea harengus*) en Europe et le menhaden tyran (*Brevoortia tyrannus*) et la sardine de l'Amérique du Sud (*Sardinops sagax*) en Amérique du Nord<sup>39</sup> furent la base de fabrication dans les débuts du XX<sup>ème</sup> siècle, et très tôt l'intérêt de l'industrie fut attiré pour d'autres espèces, situation qui a fini pour susciter des réactions négatives, puisqu' on considérait, à juste titre, que certaines de ces espèces seraient plus utiles si consommées directement par l'homme (Watson *et al.*, 2006).

37. Plus récemment (Walmsley *et al.*, 2006), sur la base de données obtenues par des observateurs à bord des chalutiers, on a constaté que dans les pêcheries de la West Coast de l'Afrique du Sud, la pêche ciblée sur le merlu produisait entre 9 et 15% de rejets, tandis que dans la pêche ciblée sur la lotte le résultat obtenu fut 4%. Dans la South Coast, les résultats furent de 4-7% dans la pêche ciblée sur la lotte et, dans le cas de la sole, beaucoup plus élevée, 20%. En ce que concerne l'estimation *du total de rejets annuels*: A) West Coast (71 espèces capturées, dont 19 retenues): un total de 29.619 tonnes dont 6915 tonnes de merlu et 14.198 tonnes de poisson ruban (*Trachipterus spp.*); B) South Coast (74 espèces capturées, dont 32 retenues): un total de 5722 tonnes, dont 2003 tonnes de merlu. Pour l'activité ciblée sur la sole, environ 20% du merlu capturé est rejeté.<sup>36</sup>; De nombreux exemples dans le domaine de l'agriculture et des forêts démontrent qu'on peut faire des progrès notables avec la coopération des populations.

38. Le premier texte de référence c'est celui de W. Dana (qui a essayé la farine de poisson comme aliment sur la volaille et les porcs) et remonte à 1864 (Olivari, 1933).

39. En 1929, le gros de la production aux États-Unis était assuré pour un peu plus que 33.000 tonnes de menhaden et 36.500 tonnes de sardine (Manning, 1931).

L'«arrivée» de l'anchoveta à la fin des années 1950 a contribué à influencer l'importance et le poids relatif de ce sous-secteur dans la filière pêche. En effet, si en 1948 seulement 7,7% des débarquements étaient destinées à l'industrie de transformation pour les farines et huiles, en 2002 ce pourcentage fut multipliée de presque 5 fois, représentant 36% du total de captures maritimes débarquées, soit 29,2 millions de tonnes (Watson et al, 2006).

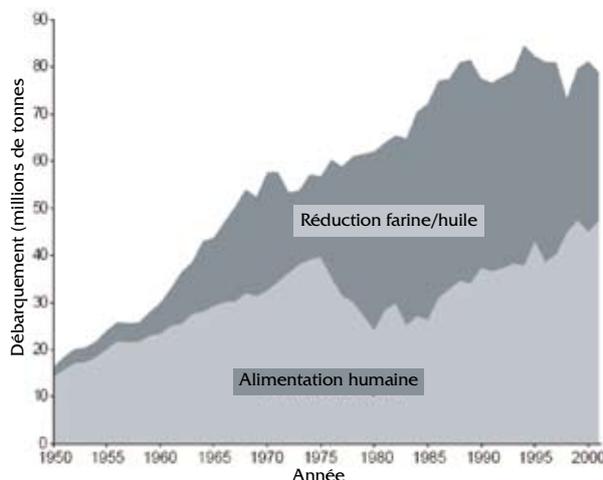


Figure. 7 - Destination des débarquements de la pêche maritime  
(Source : Watson et al, 2006)

La majorité de ces produits transformés ont fini par être utilisés dans l'alimentation du bétail et, plus récemment, des poissons d'aquaculture, aussi bien que comme engrais et même dans la production d'énergie (par exemple, l'usage du hareng au nord de la Suède) ce qui représente des pertes pour l'alimentation humaine directe mais aussi d'énergie<sup>40</sup>.

On peut ajouter aussi le fait que la majorité des déchets à bord (têtes, viscères, peau, etc.) est jetée à la mer par-dessus le bord, et qu'en beaucoup de situations les effluents aqueux dans le processus de réduction et les eaux de lavage dans l'industrie de farines ne sont pas recyclés, ce qui veut dire qu'une quantité appréciable d'huiles, de protéines, de matières en suspension, etc., est purement et simplement perdue dans beaucoup de situations (Pérez-Gálvez et Bergé, 2009). À titre d'exemple, et plus précisément, une étude récente des *pêcheries en France* (Pérez-Gálvez, 2009) a montré que :

- 12.800 tonnes de déchets ont été générés par la transformation de poisson à bord. 81%

correspondaient à des poissons blancs, dont 4 espèces (*lotte, lieu jaune, requins et merlu*) représentent à elles seules 60% du total des déchets,

- 215.000 tonnes de coproduits (en 2005) sont issus des activités de mareyage (52%) et de la transformation de poissons (36% des conserveries et 12% des saurisséries),
- en ce qui concerne le type de coproduit : 40% de têtes; 27% d'arêtes et queues; 25% de viscères; 7% de peaux et 1% de nageoires.

Enfin, et pour compléter cet aperçu sur les pertes dans la pêche maritime, on estime au niveau mondiale, que celles qui sont dues à la *dégradation après capture* varieraient entre 10 à 12 MT/an tandis qu'environ 20 MT seraient purement et simplement jetées à la mer par-dessus le bord (FAO, 2003-2010).

On voit bien comment au long de toute la filière de la pêche maritime l'ensemble de gaspillage (dans les différents segments) et de pertes (par rejet, mauvaises pratiques et déviation pour d'autres types de production) représente *encore* une privation globale appréciable de bénéfices (au niveau de l'économie, de la nutrition et de la santé humaine et chez l'industrie).

D'ailleurs, la production des captures maritimes stagne et les perspectives pour le futur ne semblent pas suffisamment accueillantes pour susciter des optimismes infondés.

Quand on regarde maintenant les conclusions du sommet de Johannesburg, on voit comment son grand objectif relatif à la pêche s'est révélé pas plus qu'une sorte de «wishful thinking», de manifestation de foi si on veut, dont la fragilité est plus qu'évidente face au paradigme dominant : *l'économie du gaspillage*.

*Nous sommes en 2010 et 80% des ressources exploitées pour les pêches maritimes sont déjà épuisées, surexploitées ou complètement exploitées, tandis que seulement 50%, à peu près, des captures maritimes débarquées sont absorbées par l'alimentation humaine directe.*

40. On estime que pour produire 1 kg de poisson culture, on a besoin d'environ 4 kg de poissons sauvages.

### 3 Le combat

On ne pouvait pas continuer à accepter sans réaction la multiplication des évidences de mauvaises pratiques de pêche (Pitcher *et al*, 2008) ayant comme conséquences la destruction d'un patrimoine inestimable et la dégradation de l'environnement, les deux phénomènes s'influençant mutuellement de façon négative.

Le Rapport du Club de Rome (1972) attirant l'attention sur les *limites de croissance*, le Rapport Brundtland (1987) et la notion de *développement durable*, la Conférence Internationale de Cancún de 1992 qui a introduit le concept de *pêche responsable*, le Sommet du Rio de Janeiro, aussi en 1992, qui consacre le besoin d'une *harmonisation entre développement et environnement*, le mouvement rénovateur autour de la Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer (Montego Bay, 1982)<sup>41</sup> et, plus récemment, le Rapport de la Commission Mondiale Indépendante pour les Océans (*«L'océan, notre futur»*, 1998) sont des exemples de la vaste diversité d'efforts<sup>42</sup> qui furent développés autour d'une certaine idée d'*ordre mondiale pour les océans* en ce qui concerne la *répartition de responsabilités, la gestion des usages et la protection en matière de ressources et environnement.*'

À l'égard des océans, ce que l'expérience démontre, quand on regarde ce qui s'est passé au cours de ce dernier siècle, c'est que des ressources comme celles de la pêche ne peuvent pas être exploitées en régime de libre accès sans respecter des règles rigoureuses. La pêche n'est un simple exercice économique : bien au contraire, elle demande une conscience des limitations naturelles, une stratégie d'approche précautionneuse et un contrôle sérieux de la capacité de pêche et de l'accès.

Donc, il y avait besoin de repenser, sur des bases différentes, la régulation de l'activité (accès aux lieux de pêche, outils de production, systèmes d'information, formules de coopération, etc.), ne perdant pas de vue que *l'économie des activités de pêche (cueillette et capture) dépend exclusivement de l'exploitation d'un bien public qui est limitée, vulnérable et périssable*, raisons plus que suffisantes pour considérer (Balinoff, 2005) que :

*“... Aujourd'hui, la liberté de pêche n'apparaît plus que comme une simple tolérance. S'il est vrai que le principe de la liberté des mers et son corollaire la liberté des pêches, que Grotius avait à l'esprit lorsqu'il a développé sa théorie, ont cessé d'être valables, cette quasi-nationalisation des ressources n'est pas acceptable. Les ressources doivent être considérées comme des richesses appartenant à l'ensemble de la communauté internationale qui doit être chargée de leur exploitation. Il est évident qu'une multitude de prétentions particulières ne permet pas une gestion rationnelle profitable à tous...”*

Cette vision du problème et des solutions possibles qu'on peut s'imaginer bouleversent, il faut le reconnaître, le cadre de référence «traditionnel» mais cela parce qu'on oublie, plus fréquemment que désirable, que les poissons ne reconnaissent pas les frontières artificielles créées par l'histoire des relations humaines; ils migrent au rythme de leur cycle biologique et des saisons ou en raison d'une modification de leur environnement et, dans ces conditions, il semble évident qu'il y a beaucoup plus de logique à parler d'une *responsabilité de tutelle provisoire partagée* avec les pays voisins et les flottes des pays-tiers opérant dans la région<sup>43</sup> que, simplement, d'un *droit de propriété*.

C'est aussi sur cette base qu'on considère plus logique et mieux ajusté à la réalité biologique et écologique le développement de stratégies basées sur les concepts de Grand Ecosystème Marin<sup>44</sup> (Murawski, 2007) ou d'Unités Biogéographiques de Gestion, intégrant un Complexe Biogéographique de Production de Pêche (Rass et Carré, 1980), c'est-à-dire, un large espace maritime qui, du point de vue océanographique, zoogéographique, écologique, productivité et climatique, aussi bien que de tradition et de culture (au sens du Complexe Biogéographique de Production de Rass et Carré), exprime une certaine homogénéité. Dans les deux concepts, la géométrie est, naturellement, variable et les espaces concernés peuvent couvrir différentes zones de juridiction d'États, circonstance qui renforce l'idée de concertation aux différents niveaux, régionale et internationale.

41. On doit ajouter l'Accord d'Application de la Convention relatif à la conservation et gestion des stocks de poissons chevauchants et des stocks de poissons grands migrateurs de 1995 et le Code de Conduite pour une Pêche Responsable, adopté pour la Conférence de la FAO en 1995.

42. On pourrait aussi ajouter, et à juste titre, les textes prémonitoires de John Boyd Orr et Josué de Castro, aussi bien que les rapports des Commissions Willy Brandt (la coopération nord-sud) et tant d'autres.

43. D'où l'importance de l'institution gouvernance, qu'on ne doit pas confondre avec gouvernement.

44. Correspondant au Large Marine Ecosystem (LME).

Par des raisons de temps et d'utilité, le thème de ce chapitre est abordé en concordance avec les perspectives qu'on peut tracer à partir de trois types d'instruments d'action, c'est-à-dire, le *juridique*, l'*économique* et le *politique*.

### Les instruments juridiques

Les premiers exemples connus de régulation de l'accès et de prévention de conflits dans le domaine de la pêche remontent, au moins, au 21<sup>ème</sup> siècle AC.

Une lettre de Samsou-ilouna, le fils successeur d'Hammourabi, reconnaît l'existence de droits de pêche exclusifs au niveau de chaque région administrative<sup>45</sup> et donc le besoin de fixer des règles pour bien respecter ces droits. Tenant compte des transcriptions de Johns (1904) et Radcliffe (1921) - il y a des petites différences - le texte révèle que :

*"Unto Sin-iddinam, Kâr-Sippar, and the judges of Sippara, say, thus saith Samsou-ilouna: They have reported me that the ships of the fishermen go down to the district of Rabin and to the district of Shamkâni and catch fish. I am sending an official of the Palace-Gate; when he shall reach thee, (summon) the ships of the fishermen (who have been catching fish) in the districts of Rabi and Shamkâni, and let it not occur again that the ships of the fishermen go down to the districts of Rabi and Shamkâni."*

L'excès d'embarcations (et d'engins) de pêche en compétition pour les ressources côtières ou continentales, plutôt que la puissance de traction des bateaux à rameaux ou à voile, est à l'origine d'une érosion graduelle qui a entamé la biomasse exploitable des ressources halieutiques.

Le clivage entre pêche côtière et pêche hauturière fut une conséquence naturelle de cette raréfaction, les embarcations plus ajustées aux conditions de mer ouverte demandant d'autres lieux de pêche nécessairement plus éloignés de la côte ou de son port d'appui logistique.

Dans ce contexte, les problèmes ont commencé à avoir une autre expression plus complexe déjà au Moyen Âge mais surtout presque à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, au moment où, grâce aux avancements de la technologie, à l'emploi élargi d'engins de pêche plus nuisibles<sup>46</sup> et à la généralisation de pratiques d'exploitation plus organisées et pressantes, on a accéléré le dégât des ressources et l'épuisement des potentialités locales.

C'est ainsi que, devant l'énorme ampleur de ces océans et mers ("*... un océan sans rivages qu'il fut longtemps...*"<sup>47</sup>) et n'ayant aucune perception d'autres limitations ou contraintes, on a cultivé facilement et pour un temps qui se prolongera pratiquement jusqu'aux nos jours l'idée selon laquelle, *étant infini la mer et les eaux côtières poissonneuses, il serait naturel que le nombre et l'abondance des êtres vivants y existante fussent aussi vastes* – si vastes que Huxley, dans son intervention à l'occasion de l'inauguration du London Fisheries Exhibition (1882), a bien souligné sa conviction sur le caractère inexhaustible au moins de certaines ressources marines:

*"... that the multitude of these fishes is so inconceivably great that the number we catch is relatively insignificant... I believe, then, that the cod fishery, the herring fishery, the pilchard fishery, the mackerel fishery, and probably all the great sea fisheries, are inexhaustible; that is to say that nothing we do seriously affects the number of the fishes. And any attempt to regulate these fisheries seems consequently, from the nature of the case, to be useless..."*

Très tôt le secteur a connu un développement extraordinaire et c'est grâce aux progrès remarquables en matière de construction navale et, surtout, de la navigation à voile en haute mer qu'on a pu initier le besoin progressif de nouveaux lieux de pêche côtiers plus éloignés (la Mer du Nord et l'Atlantique du Maroc au Sénégal sont de bons exemples de ce que c'est passé), besoin qui fut une constante au long des siècles, au dépit même d'une perception, d'une idée (déjà profondément enracinée dans la première moitié du siècle XII), selon laquelle

45. Ces régions administratives étaient aussi responsables du maintien et réparation des rivages des rivières et des murs des canaux et, dans ce contexte, l'exclusivité des droits de pêche serait, apparemment, une sorte de compensation.<sup>42</sup> On pourrait aussi ajouter, et à juste titre, les textes prémonitoires de John Boyd Orr et Josué de Castro, aussi bien que les rapports des Commissions Willy Brandt (la coopération nord-sud) et tant d'autres.

46. Tout est naturellement relatif. La réalité c'est que, indépendamment du type d'engin, si on augmente leur nombre et la fréquence de leur utilisation au-delà de certaines limites, les conséquences peuvent être extrêmement négatives. Les palangres océaniques ou les labyrinthes de filets maillants, qui se prolongent par des dizaines ou même centaines de kilomètres, ou les chaluts pélagiques de grandes dimensions sont des exemples évidents.

47. Dans l'expression de Butel, se référant à l'Atlantique.

“... personne ne sait ce qui existe au-delà de l’océan Ténébreux<sup>48</sup>, ni n’a pu rien en apprendre de certain, à cause des difficultés qu’opposent à la navigation la profondeur des ténèbres, la hauteur des vagues, la fréquence des tempêtes, la multiplicité des animaux et la violence des vents...”<sup>49</sup>.

Mais, peu à peu, l’amas de légendes et mythes qui peuplaient le monde des hommes fut progressivement décanté (se dissipant lentement «... la brume obscure de l’Océan glacé où l’œil pouvait à peine percevoir quelque chose...», dans l’expression d’Adam de Brême au XI<sup>e</sup> siècle), la conquête des océans et l’établissement de routes commerciales bénéficiant de la rencontre des connaissances et des techniques méditerranéenne et atlantique à partir de la fin du XIII<sup>e</sup> siècle (Mollat du Jourdin, 1993).

Une augmentation relativement rapide de la concurrence et des conflits d’intérêts inhérents aux États, soit sur le plan du commerce, soit en termes d’accès à l’exercice de la pêche, ont contribué de façon décisive au développement des politiques restrictives dès lors relativement aux lieux de pêche côtiers.

Si on oublie le primitif *Lex Rhodia de jactu*, un recueil d’usages non écrit originellement, avec des contributions des peuples de la mer (phéniciens, carthaginois et grecs), les trois principaux codes de lois maritimes, qui sont encore loin d’être intrinsèquement supra-territoriales (Frankot, 2007), furent formulés entre les XI et XIV siècles:

- le *Consulat del Mare* («Régulation de la Mer»), préparé soit en Barcelone soit en Pise, et subséquentement adopté par les cités maritimes de la Méditerranée,
- les *Rôles d’Oléron* (ou «Jugements de la mer»), qu’on suppose compilés à partir du *Consulat del Mare* (circa de 1152 DC) et appliqués dans la petite île d’Oléron avant d’être appliqués en France et en Angleterre, où elles ont prévalu, et
- les *Lois de la mer de Wisby* ou *Gotland*, résultat de la conjugaison de la loi maritime hollandaise (l’Ordinance) avec quelques articles des régulations de la Lubeck hanséatique).

En ce qui concerne la Mer du Nord, les conflits de pêche (surtout ceux relatifs au contrôle du commerce de la morue islandaise<sup>50</sup>) ont poussés les danois, au cours des XIII et XIV siècles, et même postérieurement à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, dans le sens de matérialiser une idée de «mer fermée» à travers l’établissement dans le littoral d’Islande d’une bande côtière d’accès restrictif (puisque considérée comme des “eaux danoises”), large de près 8 miles – mesure successivement appliquée à d’autres possessions de la Couronne danoise<sup>51</sup>.

Ces restrictions à l’accès iront faire leur chemin et vont évoluer au rythme des nombreuses et successives situations litigieuses qui se sont posées, soit en termes de concurrence commerciale, soit en tant que conséquence des difficultés posées en termes d’accès aux eaux plus poissonneuses, ces deux motifs suscités par des activités de pêche ciblées sur la morue aussi bien que sur le hareng<sup>52</sup> dans ces parages.

48. Le «*al bahr al Mugim*» des Andalous et Magrébins ou le «*al bahr al Zulumat*», la Mer des Ténèbres arabe (Matvejevitch, 1987).<sup>46</sup>. Tout est naturellement relatif. La réalité c’est que, indépendamment du type d’engin, si on augmente leur nombre et la fréquence de leur utilisation au-delà de certaines limites, les conséquences peuvent être extrêmement négatives. Les palangres océaniques ou les labyrinthes de filets maillants, qui se prolongent par des dizaines ou même centaines de kilomètres, ou les chaluts pélagiques de grandes dimensions sont des exemples évidents.

49. El Idrisi dans l’introduction au chapitre Quatrième Climat du célèbre *Kitâb Nuzhat al-mushtâq fi-khtirâq al-afâq* («L’agrément de celui qui est passionné pour la pérégrination à travers le monde»), aussi connu comme *Kitâb Rujâr* (le “Livre de Roger”), d’après Roger II de Sicile. On a suivi la traduction du Chevalier Jaubert.

50. La réalité c’est que la Ligue Hanséatique a décidé, en 1475, d’exclure du commerce de la morue islandaise les pêcheurs et commerçants de Bristol (le principal port morutier anglais à l’époque) ; cette exclusion fut «définitive» se prolongeant pour 350 ans à partir de 1532, après une brève bataille navale (les pêcheurs anglais vont revenir à ces lieux pendant la décennie de 1890, en conséquence de la diminution de captures en Mer du Nord). Selon «*The lybelle of Englysche polycye*» (Jones, 2006), écrit en 1436, il s’agissait, dans la pratique, de relations commerciales, les Anglais achetant aux Islandais morue (*Gadus morhua*) et lingue (*Molva molva*) séchés à l’air (c’était le «*stokfishes*»).

51. L’Islande est restée sous la couronne danoise depuis 1383 jusqu’à la déclaration d’indépendance et proclamation de la République en Juin de 1944.

52. En effet, à la suite d’une première Convention entre les deux États (1901), selon laquelle les anglais ont reconnu une zone d’interdiction côtière de 3 miles nautiques, il y a eu un élargissement jusqu’à 4 miles (1950) suivi quelques années après par la décision d’agrandir la Mer Territoriale (MT) jusqu’à 12 miles (*l’expérience avait mis en évidence le fait que les captures à l’intérieur de la zone protégée augmentaient contrairement à celles en dehors des 12 miles*). Le résultat fut l’ouverture des hostilités (la «première guerre de la morue», 1958-1961), un conflit qui s’est terminé par l’acceptation d’une MT large de 12 miles. La condition des ressources et l’extrême dépendance des islandais regardant la pêche ont dictés deux autres guerres morutières, la première en 1972-1973 et la dernière en 1975-1976, guerres qui se sont terminées par la reconnaissance de deux nouvelles limites de juridiction maritime : 50 miles et, finalement, 200 miles.

En Europe, la consolidation des États côtiers et, concurremment, l'évolution idéologique, scientifique et technique du XVII<sup>e</sup> siècle ont influencé des modifications profondes dans les différents domaines du savoir, de la politique et de l'économie, changements que dans le cas du droit maritime étaient aussi le fruit d'une longue confrontation entre deux conceptions radicalement opposées, chacune ayant ses défenseurs dans les nations européennes expansionnistes à l'époque :

- *mare clausum*, thèse développée dans une première étape par le religieux portugais Serafim Freitas<sup>53</sup> mais où le principal mentor a fini par être l'anglais Selden (John Selden)<sup>54</sup> et
- *mare liberum*, vision soutenue par le hollandais Grotius (Huig de Groot), qui publia son traité *Mare liberum* pour combattre la prétention du Portugal d'exclure toutes les autres nations des mers de l'Inde.

On doit remarquer, à ce propos, que Huig de Grotius et aussi Emerich de Vattel<sup>55</sup> soutenaient la thèse de la liberté de la pêche se fondant sur l'idée selon laquelle *les ressources de pêche étaient inépuisables*, une présupposition qu'à l'époque fut réfutée par l'écossais William Wellwood; c'était le temps où la couronne écossaise classifiait d'intrusion la présence de la flotte hollandaise du hareng, raison pour laquelle Wellwood préconisait une *extension du domaine royal jusqu'à la distance de 80 miles*, dans son œuvre «*The sea law of Scotland*», publiée en 1590.

Ce fut aussi dans ce contexte que Wellwood, correspondant à une demande royale, a réfuté les thèses du *Mare liberum* en rédigeant les deux volumes de «*An abridgement of all the sea laws*» (1613) et la version latine élargie «*De Dominio Maris*» (1615). Dans ces œuvres il préconisait le *droit des États riverains aux mers adjacentes, en incluant l'exclusivité de la pêche<sup>56</sup> et de la navigation, aussi bien que le pouvoir d'appliquer des impôts.*

Face à l'expérience déjà vécue, l'argumentation était simple et démontrable (en ce qui concerne la bande côtière) : «... *Si la haute mer est inépuisable, tant pour la navigation que pour la pêche que l'on peut y faire, il n'en est pas de même de la partie qui baigne la terre ; la pêche côtière, qui se fait dans cet espace plus resserré, peut être détruite, épuisée par un usage immodéré ou par abus. Pour la conserver, il faut la réglementer...*» (Hautefeuille, 1869).

Dans ce débat, les circonstances ont fini par favoriser les thèses de Grotius et le principe de la *liberté générale des mers*, auxquelles fut rattachée l'idée de liberté de pêche et son corollaire, l'*absence de gestion rationnelle* (Beurier, 1979), a fini par s'imposer pendant les siècles suivants pratiquement jusqu'à nos jours. Toutefois, il faudra attendre le hollandais Cornelius van Bynkershoek<sup>57</sup> pour qu'on arrive à fixer la terminologie qui a perduré et qu'on continue à utiliser aujourd'hui.

Hors de ce principe de liberté des mers restait seulement une étroite bande large de trois miles maritimes (l'atteinte moyenne d'un canon à l'époque<sup>58</sup>), la *mer territoriale*. Cette notion juridique, aussi bien que d'autres (comme celles de *zone contiguë* et d'*haute mer*), fut discutée en 1930 pendant la première Conférence de Codification de la Haye<sup>59</sup>, organisée sous l'égide de la Société des Nations, le seul accord final étant la *bande territoriale sous la souveraineté de l'État riverain* et cela essentiellement pour des raisons de renforcement de la capacité de réaction défensive.

Malgré les échecs, on peut considérer l'année 1930 comme un tournant à partir duquel beaucoup de choses iront bouger, dès lors et dans un premier pas avec les Conventions de Genève de 1958 et, plus particulièrement, celle qui concerne la pêche en haute mer (entrée en vigueur en 1966) puisqu'elle introduit la notion d'*intérêt spécial* selon lequel tous les États riverains ont un souci de l'avantage dont on peut jouir avec le maintien de la productivité des ressources biologiques dans les régions adjacentes au MT (article 6, para 1)<sup>60</sup>.

53. Dans son *De justo Imperio Lusitanorum Asiatico*, publié très tard, en 1625.

54. C'était le Portugal qu'au début du XVI<sup>e</sup> siècle lança la notion de *mare clausum* au bénéfice de ses nationaux, une idée qui fut reprise un peu plus tard par John Selden pour le compte de la marine anglaise (Mollat du Jardin, 1993).

55. L'auteur de «*Le droit des gens ou principes de la loi naturelle appliqués à la conduite et aux affaires des nations et des souverains*» (1758).

56. Emerich ou Emer de Vattel. Il fut le premier à soutenir la thèse selon laquelle les habitants d'un pays côtier ont le *droit exclusif de pêche dans les eaux côtières, face au risque d'exhaustion des ressources.*

57. Dans son *De dominio maris dissertatio*, de 1702.

58. Solution proposée par l'italien Ferdinando Galiani, environ 1750.

59. Au cerne de l'Agenda étaient l'extension de la mer territoriale (MT) et la nature et extension de la zone contiguë (ZC). On a pu fixer des idées sur le régime de la MT mais pas relativement à la ZC (Almeda Ribeiro, 1992).

60. Article 6 (1) – «*Tout État riverain a un intérêt spécial au maintien de la productivité des ressources biologiques dans toute partie de la haute mer adjacente à sa mer territoriale.*».

Le *lien substantiel* entre l'État de pavillon et le navire battant ce pavillon (Article 5 (1) de la Convention sur la Haute Mer, Genève, 1958) est une autre notion importante adoptée à l'époque.

Toutefois, ces initiatives étaient déjà compromises vu l'évolution des connaissances en matière des océans et des ressources de pêche (notamment, distribution et comportement migratoire des espèces) et la perception des énormes richesses (minérales et énergétiques) existantes dans les profondeurs de la mer, mais face aussi aux positions politiques assumées par certaines nations côtières, notamment les États-Unis et des pays de l'Amérique du Sud, côté Pacifique.

De façon nécessairement sommaire on résume quelques aspects de l'acquis de ces mouvements largement unilatéraux qui vont se poursuivre au long du temps :

- 1<sup>er</sup> Proclamation de Truman (1945) : déclaration de la *souveraineté sur la plateforme continentale adjacente au littoral*,
- 2<sup>ème</sup> Proclamation de Truman (même date) : établissement de *zones de conservation dans la haute mer contiguë*,
- Déclaration de Santiago de Chile (1952) sur la Zone Maritime<sup>61</sup>: affirmation de la *souveraineté et juridiction exclusive sur la mer adjacente jusqu'à un minimum de 200 milles*<sup>62</sup>,
- Convention de Genève de 1958 sur la pêche et la conservation des ressources biologiques en haute mer (entrée en vigueur en 1966) : consécration de la *notion de «intérêt spécial» de l'État côtier*.

Toutes ces questions ont eu un rôle décisif dans le *processus de refonte* (pour reprendre l'expression de Beurrier, 1979), poussant la Commission de Droit International des Nations Unies à approfondir les matières concernant la haute mer. Avec les proclamations de Truman, le principe de la liberté absolue de la mer (au sens de Grotius) fut sérieusement touchée puisque (Ferron, 1960) «...seules la géographie, la géologie et l'océanographie devront intervenir pour fixer l'étendue des droits dévolus à l'État riverain...».

Si les Conférences de Genève ont représentés, à un moment donné (la décade de 1950), une première

étape nécessaire pour la consolidation (si bien que mise en question et discutée) de certaines notions (mer territoriale, zone contiguë, etc.), d'autres initiatives feront leur chemin, culminant en 1982 le processus de cette deuxième étape avec la Convention sur le droit de la mer, de La Jolla (entrée en vigueur depuis 1994).

On peut considérer l'adoption du concept de *Zone Économique Exclusive* (ZEE) de 200 milles comme un premier pas décisif dans le processus d'une certaine «*appropriation des mers*» par les États riverains (même si, d'après le déjà cité Article 6, ils doivent tenir «... *dûment compte de droits et des obligations des autres États...*»). D'une manière ou d'autre, la réalité c'est que la pression des flottes lointaines va augmenter, accélérant la dégradation des eaux traditionnellement poissonneuses et, dans ce cadre de pénurie pré-annoncée, déclenchant toute une série de désastres et de crises qui vont contribuer à «forcer» une révision du *status quo* existant.

L'effondrement de la pêcherie d'anchoveta péruvienne de 1972 (Clark, 1976), la crise namibienne dans le Sud-est Atlantique à la fin des années 1970 (Willemse et al, 2002) et l'effondrement morutier de l'Atlantique nord à la fin de la décennie 1980, de pair avec d'autres situations désastreuses, ont contribué de façon décisive à une accélération du processus, vu l'accroissement du nombre de pays côtiers conscients de la nécessité d'aller plus loin, même contre la volonté d'une minorité d'États auto-désignés «*amis de la pêche*».

Les Conférences, en 1992, à Cancún (où l'idée de *pêche responsable* prend son vol) et au Rio de Janeiro (qui consacre le besoin d'harmonisation du *binôme environnement-développement*) ont marqué la première phase, suivie en 1995 par l'élaboration du *Code de conduite pour une pêche responsable* de la FAO et *l'Accord International de la Conférence des Nations Unies sur les stocks chevauchants et les stocks de poissons grands migrants* (deux contributions importantes pour l'approfondissement de certains aspects fondamentaux de la Convention de 1982). Une troisième étape fut ainsi accomplie dans le processus d'une certaine «*appropriation partagée des mers*» et nous sommes déjà très loin des premiers essais codifiés du passé, les États disposant d'un ensemble, quand même cohérent, d'instruments juridiques.

61. Déclaration sur la Zone Maritime, approuvée au cours de la Conférence sur l'Exploration et Conservación de los Recursos Marítimos del Pacífico Sur, célébrée en Santiago de Chile en Août de 1952.

62. L'argumentation était simple: l'extension de juridiction devra avoir pris en compte le comportement des ressources. Quelques exemples : l'anchoveta, essentielle au Pérou peut migrer jusqu'à 60 milles ou plus; on note l'occurrence du thon entre les 20-30 milles ; et les baleines vont jusqu'à 100 milles.

Le quatrième moment dans ce processus résulte du besoin de donner une réponse ferme à l'expansion de ce vrai fléau qui est l'activité de pêche INN. La vérité c'est que nous sommes devant une situation où «... *the lack of control or appreciation of the effective fishing effort (i.e., proportional to the fishing mortality) is the principal cause of past collapses...*» (Mullon et al, 2005) et c'est dans ce contexte que la FAO prépare une série d'actions destinées à promouvoir la discussion d'un texte de référence pour un Plan d'Action International (PAI) visant à prévenir, contrecarrer et à éliminer la pêche INN (FAO, 2001).

Dans ce Plan, outre les devoirs de l'État de pavillon, *on a prévu que les États de port assurent l'obtention d'informations sur les activités de navires de pêche et, le cas échéant, interdisent à ceux qui ont pratiqué des actes de pêche interdite de débarquer ou transborder leurs captures* (FAO, 2001, Boto et Scalco, 2008). Donc, il ne sera pas étonnant que, pour lutter contre les effets de destruction massive, on voit développer des efforts au sein de l'Organisation des Nations Unies en vue de réviser l'Accord International de 1995 sur des stocks chevauchants et des stocks des grands migrateurs (l'Accord est entré en vigueur le 11 Décembre 2001) aussi bien que les compétences et la capacité d'intervention effective des Organisations Régionales de Gestion des Pêches (ORGP, correspondant à l'acronyme anglo-saxonne RFMOs).

Parallèlement au déroulement de ces efforts, une succession d'autres initiatives va naître telles que: la High Seas Task Force (2003); la conjugaison de forces au sein de l'ONU entre certains États, ONG et scientifiques (ayant en vue l'adoption d'un moratoire interdisant la traînée aux grandes profondeurs et sur les bancs de pêche et monts sous-marins en haute mer); la révision de l'Accord International des Nations Unies de 1995; le renforcement des compétences et de la capacité d'intervention des États de port; les conditions à respecter pour les États concernant l'existence et l'application des subventions (d'où les discussions en cours au sein de l'Organisation Mondiale du Commerce, OMC); la création de l'Agence Communautaire de Contrôle de la Pêche (2005) de l'Union Européenne; le développement de bases de données (aux niveaux national et international) pour les listes-noires des navires INN; etc.

Si bien que dans le domaine de la pêche en haute mer, le principe international selon lequel toute intervention sur les navires est ramenée à l'État de pavillon, reste la règle générale (Treves, 1995), on trouve déjà un nombre relativement considérable de précédents en ce qui concerne la police de la pêche en haute mer, comprenant surtout des accords multilatéraux, dont un exemple récent fut l'Accord des Nations Unies de 1995 (sur les stocks chevauchants et hautement migratoires).

On peut dire, pourtant, qu'il y a dans ce domaine une vaste potentialité d'évolution soit au niveau des institutions spécialisées (nationales, régionales et internationales) et des organisations de coopération, soit en ce qui concerne les obligations d'un État de port et, pour cause, d'un État de pavillon.

Dans tout cela c'est évident qu'un point essentiel, névralgique, découle des relations entre les différents acteurs (pêcheurs, autorités et administrations), reposant à part entière sur la nécessité de combattre les méfiances existantes.

Indépendamment du lieu où se déroulent les mauvaises pratiques, les *activités INN constituent, objectivement, une action criminelle de dilapidation d'un patrimoine commun*, leurs répercussions négatives (écologiques et biologiques) se faisant sentir à deux niveaux : la stabilité relative des écosystèmes et l'intérêt plus général des communautés humaines, surtout les plus dépendantes et vulnérables, socialement et économiquement.

*Dans ce contexte, l'arrêté de 1974 de la Cour Internationale de Justice, sur les pêcheries islandaises est très important (si bien qu'un peu elliptique - voir l'expression »attention suffisante«) dans la mesure où il a établi que »... l'un des progrès dont le droit international maritime est redevable à l'intensification de la pêche est que, à l'ancienne attitude de laisser faire à l'égard des ressources biologiques de la haute mer, se substitue désormais la reconnaissance qu'il existe un devoir de prêter une attention suffisante aux ... impératifs de la conservation dans l'intérêt de tous...«.*

### **Les instruments financiers (subventions et capacité de pêche)**

Suite à un article publié par «Science», selon lequel tous les stocks de poissons commerciaux courent le risque d'un «effondrement»<sup>63</sup> aux alentours de

63. C'est à dire, une situation où la capture serait réduite jusqu'à attendre le niveau de 10%, ou moins, des pics historiques. 60. Article 6 (1) – «Tout État riverain a un intérêt spécial au maintien de la productivité des ressources biologiques dans toute partie de la haute mer adjacente à sa mer territoriale.».

2048<sup>64</sup>, si le rythme actuel d'appauvrissement des pêcheries demeure inchangé, l'écologiste Daniel Pauly a publié un texte intéressant et provocateur dont le titre choisi fut "Aquacalypse now. The end of fish".

Faisant recours à ce jeu métaphorique, Pauly a voulu, à juste titre, attirer l'attention sur le rôle néfaste que les subventions ont joué dans le développement en spirale de comportements largement irresponsables, en particulier de la part du segment de la pêche industrielle (ce qui ne signifie pas qu'on oublie les responsabilités attribuables à une partie importante de la pêche à petite échelle<sup>65</sup> dans les dernières décennies). Rappelant les causes de l'effondrement récent d'une partie du système financier et la situation difficile de nombreuses économies, Pauly souligne le fait que :

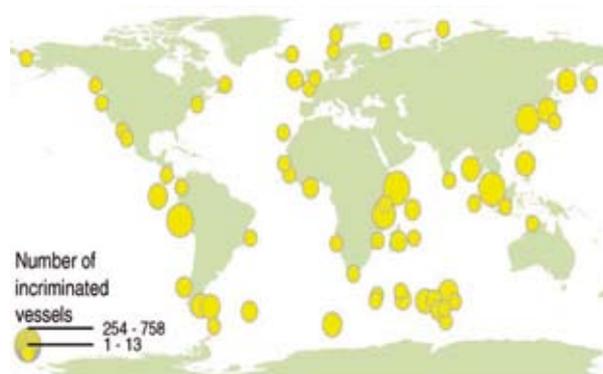
*"... Much like Madoff's infamous operation, which required a constant influx of new investments to generate "revenue" for past investors, the global fishing industrial complex has required a constant influx of new stocks to continue operation. Instead of restricting its catches so that fish can reproduce and maintain their populations, the industry has simply fished until a stock is depleted and then moved on to new or deeper waters, and to smaller and stranger fish. And, just as a Ponzi scheme will collapse once the pool of potential investors has been drained, so too will the fishing industry collapse as the oceans are drained of life..."*

L'évaluation des pertes dues aux activités INN est extrêmement difficile mais on a estimé (High Seas Task Force, 2006) que ces activités peuvent représenter, dans leur ensemble (donc, en incluant la

haute mer et les zones de juridiction maritimes des États côtiers), des valeurs qui, à l'échelle mondiale, puissent s'élever à plus de 4 milliards de dollars sinon même à 10 milliards de dollars<sup>66</sup>, ces valeurs correspondant, grosso modo, à 5-10% du total de captures maritimes.

Toutefois, les situations les plus connues (représentant près de 2,5 milliards de dollars) montrent qu'une parcelle importante est constituée par le produit de la pêche en haute mer (presque 1,25 milliard de dollars) suivie de près d'un milliard provenant de l'exploitation faite le long des côtes de l'Afrique subsaharienne, où les zones littorales les plus durement touchées par la pêche INN sont celles de la Guinée, la Somalie, l'Angola et le Mozambique.

Figure. 8 – Localisation des navires impliqués en activités INN (Source : Sumaila et al, 2006)



Le Tableau 6 donne une idée des espèces ou groupes d'espèces ciblées prioritairement par la pêche INN, aussi bien qu'une estimation de la valeur annuelle concernée (en millions de dollars, MD) :

Tableau 6 – Estimations des valeurs de la pêche INN en haute mer

Groupes d'espèces	Pêche INN Valeur annuelle (millions de dollars) (MD)	Pêche légitime Valeur annuelle (millions de dollars) (MD)	Engins de pêche	Zone d'activité
Thons et similaires	581		Palangres pélagiques et seines	Mondiale
Requins	192		Palangre pélagique	Mondiale
Démersales <sup>(*)</sup>	508	3026	Chalut pélagique et de fond	Atlantique Nord, Pacifique et Antarctique
Autres ressources	153		Chalut pélagique et seines	Atlantique sud, Pacifique
<b>Total</b>	<b>1244</b>			

(\*) Légine australe<sup>67</sup> (36 MD), morue de haute mer (220 MD), sébaste doré (30 MD), hoplosthète orange et alfonsino (32 MD)  
Source : High Seas Task Force, 2006

64. Une précision manifestement douteuse, mais qui, au moins, a eu le mérite de souligner l'urgence d'un changement sérieux de paradigme.  
65. Sans oublier l'existence de quelques circonstances d'exception (chaque fois plus rares) la désignation de "pêche artisanale" ne fait aucun sens aujourd'hui.  
66. Si on extrapole à partir des situations connues d'Afrique pour les Amériques centrale et méridional aussi bien que pour l'Asie du Sud et si on applique des facteurs de correction visant à prendre en compte le pourcentage des débarquements provenant d'activités INN.  
67. *Dissostichus eliginoides*, espèce des mers australes dont l'exploitation ne date que des années 1990.

Si bien que très probablement sous-estimés, ces valeurs permettent déjà de comprendre pourquoi les activités INN peuvent être suffisamment attractives pour «justifier», par exemple, qu'une surveillance aérienne dans les eaux de Guinée aurait détecté que 60% des 2313 navires détectés pratiquaient des actes illicites de pêche ou que le coût de la pêche INN soit estimé dans l'Afrique sub-Saharienne à 0,9 milliards de dollars, soit l'équivalent de 19% de la valeur du poisson débarqué (MRAG, 2005).

Plus récemment, un ensemble de 54 ZEE et 15 régions de haute mer fut soumis à une analyse aussi détaillée que possible, de même que 292 études de cas, la globalité de ces pêcheries représentant 46% de la capture maritime mondiale. Seulement pour l'année 2003, on a calculé (Agnew et al, 2009) que les pertes se situeraient entre 13% et 31% (moyenne de 18%), correspondant, en valeur, à 5-11 milliards de dollars; si on projette les résultats obtenus avec cet échantillon sur la globalité on atteint des pertes entre 11 et 26 millions de tonnes annuelles, représentant 10 à 23,5 milliards de dollars par an (Agnew et al, 2009, Boto et Scalco, 2009), un intervalle de variation qui s'ajuste raisonnablement aux estimations antérieures de 9 milliards de dollars (MRAG et FERR/UBC, 2008) et 25 milliards de dollars (Pauly et al, 2002).

Plus que la satisfaction des besoins alimentaires, ce sont les affaires et la vision du profit à court terme (avec le soutien technologique nécessaire) les principaux facteurs responsables pour la propagation des régimes d'exploitation qui tôt se révèlent non durables, biologiquement et écologiquement.

En effet, la pêche INN et des activités connexes sont motivées par des profits élevés, la surcapacité installée de l'industrie et par la croissance des marchés (Boto et Scalco, 2008), surtout les marchés qui sont disposés à payer des prix élevés pour maintenir la tradition et l'exotisme (par exemple, le marché ciblé sur les vertus des nageoires de requins ou sur la délicatesse de la chair du thon rouge).

L'ensemble constitue «un enchevêtrement d'actions et de structures» (Boto et Scalco, 2008) qui vont au-delà de la capture, ses bras s'allongeant comme une sorte de poulpe, dès les opérations «over the side sales» et les frets jusqu'à la distribution et vente, en passant par la transformation des produits. D'ailleurs, suite à l'épuisement des lieux de pêche et devant la pénurie des ressources disponibles, le fléau de la pêche INN va fleurir sous l'ombre des pavillons de complaisance,

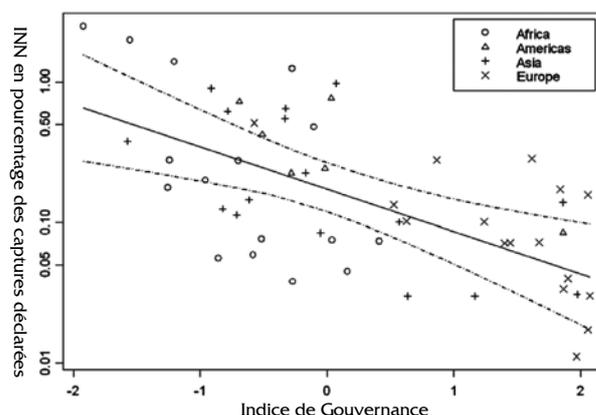
les deux circonstances bénéficiant, directement ou indirectement, de ce mal d'association qui sont les trois SSS, déjà mentionnés.

Dans ce sens, la contribution la plus intéressante du texte d'Agnew et al, 2009, réside précisément dans la mise en évidence d'une connexion entre l'INN et les Indicateurs de Gouvernance tels qu'ils ont été définis par la Banque Mondiale<sup>68</sup>.

Le graphe de corrélation entre INN et les Indicateurs de Gouvernance de la Banque Mondiale (Fig. 9) met en évidence de façon très claire ce que l'expérience nous enseigne : les problèmes auxquels nous devons faire face, aujourd'hui et dans les années à venir, concernent moins la géographie et les particularités du monde naturel mais certainement beaucoup plus la qualité des institutions et des hommes.

Les succès qu'on a eu très récemment sont déjà une expression d'un certain progrès observé ces dernières années en ce qui concerne la gouvernance et l'application de la loi (le «rule of law» anglo-saxonne), grâce à une plus effective volonté d'approfondir les relations de coopération à plusieurs niveaux, régionaux et internationaux et entre États, administrations et pêcheurs, nonobstant le long chemin qu'on a encore devant nous (Vasconcelos, observation personnelle au sein de l'ACCP<sup>69</sup>, Agnew et al, 2009).

Figure. 9 – Relation entre INN et Indice de Gouvernance



Source : Agnew et al, 2009

NOTE : La ligne à trait plein c'est la que meilleur s'ajuste aux données ( $R^2 = 0.4081$ ,  $p < =,001$  avec 51 degrés de liberté). Les lignes brisées correspondent aux intervalles de confiance de 95%.

Les expériences vécues au nord de l'Atlantique (surtout dans la zone d'influence de la Norvège), au

68. L'indice choisi correspond à la moyenne de quatre indicateurs: Efficacité Gouvernementale, Qualité de Contrôle, Application de la Loi et Control de la Corruption, dont les indices respectifs furent calculés ayant comme référence la situation connue en 2003.

69. ACCP, Agence Communautaire de Contrôle des Pêches.

Mer de Barents, dans les côtes de la Namibie, dans la Baltique, au large de l'Australie et de la Nouvelle Zélande illustrent des situations où les choses commencent à bouger. Mais ces succès ne sont pas suffisants pour cacher la crudité du réel où un nombre encore bien élevé de pays est loin d'assurer l'accomplissement de ses responsabilités dans toutes ces matières<sup>70</sup>.

Une dangereuse spirale fut ainsi engendrée par la concurrence vicieuse des trois éléments de la trilogie aujourd'hui classique, celle de *surpêche / surinvestissement / surcapacité* (les trois SSS) et du fruit de son action, le *gaspillage*, le résultat final appauvri, et sans équité, la distribution de nourriture (bien au contraire, puisque les problèmes de la faim et malnutrition se sont aggravés<sup>71</sup>), et sans justice, la répartition des bénéfices.

Il y a certainement dans ces domaines d'autres aspects qu'on ne doit jamais négliger, particulièrement ceux qui sont étroitement liés aux subventions et leur apport en termes de stimulation et/ou maintien des pratiques INN. Les mauvaises pratiques de pêche (en incluant les illicites, naturellement) ne contribuent en rien pour minimiser la gravité de ces problèmes, bien au contraire, leurs répercussions se situant, comme on a déjà signalé, entre 11 et 26 millions de tonnes de pertes annuelles, si on considère les calculs faits pour l'année 2003 (Agnew *et al.*, 2009).

D'un autre côté, si on analyse les comportements au long de toute la filière pêche *après la capture*, on voit que les estimations des pertes dues à la dégradation des produits s'élèvent à 10-12 millions de tonnes/an tandis que celles correspondant aux rejets seraient proches des 20 millions de tonnes/an<sup>72</sup>, donc un total de près de 30-32 MT. Si on ajoute maintenant l'ensemble des pertes liées à la pêche illicite et des mauvaises pratiques, *on peut admettre que la totalité de pertes annuelles moyennes globales pour la pêche légitime et pour le consommateur peut se chiffrer autour de 50 millions de tonnes/an.*

Si on regarde les *bénéfices économiques perdus par l'ensemble de la pêche maritime*, des calculs faits considérant 2004 comme l'année de base suggèrent qu'ils pourraient varier entre 26 et 72 milliards de dollars. 50 milliards de dollars est l'estimation la plus probable (Willmann et Kelleher, 2009); partant de ces bases, les mêmes auteurs ont estimé que les

pertes globales cumulées au cours d'un peu plus qu'une trentaine d'années (1974 à 2008) pourraient s'élever à 2,2 millions de millions de dollars.

Devant cette réalité il semble plus qu'évident que couper les avantages économiques qui découlent de certains régimes de subventions à ceux qui sont responsables des mauvaises pratiques (et en particulier, mais non exclusivement, à ceux qui sont engagés dans les activités INN) sera un des instruments les plus persuasifs et efficaces pour combattre ce fléau et réduire leurs effets néfastes. Dans ce contexte, on ne doit pas oublier qu'une responsabilité majeure de la crise actuelle découle des politiques de subventions que furent pratiquées (et continuent à l'être) au fil des années.

Le point de situation fait dans le *cadre de l'OCDE* (Cox, 2004) montre que le volume des Transferts Financiers Gouvernementaux a fluctué dans la période de 1996 à 2000; dans un premier moment il a diminué, passant de 6,8 milliards de dollars en 1996 à presque 5,5 milliards en 1998, s'élevant de suite pour se situer au niveau de 6 milliards de dollars en 2000. Dans les enquêtes plus élargies qui furent développées en 1992 par la FAO, essayant d'évaluer la globalité des subventions au *niveau mondiale*, le résultat obtenu se situait au niveau de 54 milliards de dollars. Les calculs ont été révisés plus tard (en 1998), ayant comme résultat le déplacement de l'indicateur pour un niveau plus bas, entre 14 et 20 milliards, correspondant à 20-25% de la valeur des captures débarquées (Milazzo, 1998).

Plus récemment encore (Khan, 2006) on a analysé le comportement de 144 pays côtiers pendant la période 1995-2005. On a estimé au niveau global une distribution d'environ, 26 milliards de dollars, 60% par 38 pays développés (PD) et le restant par les 103 pays en voie de développement (PVD); la proportion des subventions qui a contribué à une augmentation de la capacité de pêche fut estimée à 15 milliards de dollars. Toutefois ces résultats ont été corrigés *a posteriori* après une révision des calculs (Khan *et al.*, 2006) : 49% des 26 milliards correspondent aux PD et les 51% restants aux PVD; *la proportion des subventions qui pourrait avoir contribué à l'accroissement de la capacité de pêche souffre d'une légère augmentation se plaçant maintenant au niveau des 16 milliards de dollars.*

Au-delà des lacunes et insuffisances de précision qui sont inévitables dans ces matières, les estimations

70. Pour une analyse plus détaillée des comportements relativement au Code de Conduite FAO, voir Pitcher *et al.*, 2008.

71. Plus d'un milliard de personnes aujourd'hui, selon la FAO.

72. FAO 2003-2010 – Topics Fact Sheets. Sécurité alimentaire. FAO Fisheries and Aquaculture Department <http://www.fao.org/fishing/topic/2885/fr> (cité 11 Aout 2010).

connues sont suffisamment claires quant à l'importance des montants en jeu, n'étant pas difficile d'entrevoir la valeur stratégique que ces subventions ont eu auparavant mais encore aujourd'hui, soutenant, d'une manière ou d'autre, l'augmentation de la capacité de pêche et le maintien des activités INN.

*La suppression des subventions ou au moins une modification radicale de philosophie et de critères est inévitable (sans perdre de vue, naturellement, la nécessité de réduire de façon responsable les impacts sociaux inhérents à un effectif changement de paradigme) si on veut donner aux pêches maritimes, aux pêcheurs et au futur une autre chance.*

### **Les instruments politiques (exercice d'un contrôle effectif et coopération internationale)**

Peut-être que plus révélateur d'un désir de changement soit le travail accompli progressivement par un certain nombre de pays aussi divers que l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Afrique du Sud, le Chili, le Canada ou la Namibie au sein de la High Seas Task Force, une initiative du Royaume-Uni à la suite de la Table ronde sur le Développement Durable organisée par l'OCDE en Juin de 2003.

Dans le but de créer rapidement les conditions les plus adéquates pour lutter plus efficacement contre la pêche illégale, la Task Force a proposé un ensemble diversifié de mesures, notamment : la création d'un *réseau international de surveillance et contrôle* et, sur cette base, un *système d'information* unique ciblé sur les navires de pêche navigant en haute mer, le *renforcement des pouvoirs et des responsabilités des Etats de Port* et une *augmentation effective des actions de contrôle ciblées sur la pêche en haute mer*.

Ainsi, la 11ème Conférence des ministres des pêches de l'Atlantique Nord<sup>73</sup> a convenue d'adopter une ligne d'attaque très proche, permettant un ensemble de lignes d'action plus drastiques pour lutter contre la pêche INN. Parmi ces mesures on détache :

- l'amélioration de la mise en œuvre des normes de contrôle,
- la promotion des pratiques d'inspections communes assurant le développement de sanctions appropriées à l'encontre des contrevenants, mais effectivement dissuasives,

- la décision de ne pas accorder de permis pour la commercialisation des produits illégaux, améliorant la traçabilité du poisson,
- une plus grande coopération dans la préparation des listes noires, identifiant les navires en fonction de la pratique confirmée d'activités INN, et
- le renforcement des Organisations Régionales de Gestion des Pêches (ORGP), les participants ayant convenus que «... *des approches régionales vigoureuses...*» seraient le meilleur moyen d'assurer la durabilité à long terme.

L'année suivante, la CPANE (ou NEAFC, North East Atlantic Fisheries Commission") et l'organisation congénère du Nord-ouest Atlantique (OPANO) ont convenu de reconnaître les listes de navires de chacune, *fermant de cette façon les ports de toutes les parties contractantes des deux Organisations aux navires figurant dans ces listes*. Grâce à des agréments ou ententes bilatérales et à la collaboration avec les ORGP, les ports de l'Afrique du Nord, d'Amérique du Nord, du Japon et de la Corée, (au-delà des ports européens) sont également fermés à ces navires.

Les changements qui se développent dans la CPANE, dont le but est l'introduction de *régimes de contrôle* et de *systèmes de suivi des débarquements et d'échange d'informations*, entre autres mesures, sont déjà cohérents avec l'objectif de rendre la vie plus difficile aux navires INN au même temps qu'ils contribuent à l'augmentation de leurs coûts opérationnels (coupant de cette façon une partie des bénéfices économiques).

L'idée selon laquelle *l'efficacité de la réponse dépend d'une coopération internationale étroite et loyale* (pour la simple raison que *la pêche INN constitue un problème largement transnational*) était derrière ces décisions et, dans ce contexte, les pressions qu'on puisse faire au niveau politique, mais surtout économique contribueront certainement pour un effet dissuasif beaucoup plus efficace. Effectivement, l'expérience a montré que le comportement d'un nombre significatif d'États du pavillon fut caractérisée au long du temps par une certaine difficulté/incapacité à prendre des mesures contre ses propres navires. Face à ce problème qui, on doit reconnaître, n'est pas facile à surmonter, les options pour éviter une impasse ont eu (et auront) tendance à privilégier d'un côté, *des pressions par la voie politique et du*

73. Célébrée en Norvège, début de Juin 2006, et à laquelle ont participé les responsables du Groenland, les îles Féroé, l'Islande et la Norvège, en plus du Commissaire Européen pour la Pêche et des Affaires Maritimes et des représentants du Canada et de la Russie.

*marché*<sup>74</sup> et, de l'autre côté, une plus grande capacité d'intervention au niveau de l'*exercice du droit d'États de Port*.

Les processus de ce genre sont malheureusement trop lents (en raison surtout de la nature des enjeux auxquels on doit faire face à chaque moment et à la confrontation d'intérêts difficilement harmonisables). Toutefois, si on ajoute à ces limitations l'ajournement d'une prise de mesures sérieuses et (revers de la médaille) la tolérance dont certaines pratiques illégales furent acceptées au fil du temps, alors on ne peut pas attendre un autre résultat qui ne soit pas celui de continuer à observer l'épuisement des ressources, mais maintenant de façon plus rapide et extensive.

C'est probablement en relation avec cette vision que, vue la condition de fragilité des ressources du Nord Atlantique, les ministres des pêches de l'Atlantique Nord ont décidés d'aller plus loin pendant leur dernière Conférence annuelle (la 14<sup>ème</sup> célébrée en Juin 2009 à Kaliningrad), même au risque de soulever des problèmes qui ne seront pas faciles à résoudre.

Dans ce sens, ils ont convenus de travailler «...de manière constructive en vue de conclure un *accord sur les stocks actuellement non alloués dans l'Atlantique nord*». C'est certainement une hypothèse à analyser soigneusement et dont la logique est compréhensible parce que, si on veut réduire la pression sur les stocks en mauvaises conditions, alors il faut assurer un contrôle des captures accessoires de façon à établir une *limitation supplémentaire de l'effort de pêche et une réduction des impacts collatéraux*.

Mesure polémique et bien difficile à mettre debout, certainement ; on verra jusqu'à quel point on ira et avec quelle gage d'efficacité pour répondre à toute une série d'interrogations qu'on peut se poser, *sans oublier qu'au centre de la question on rencontrera les problèmes de toujours, c'est à dire, à chaque moment combien d'unités de pêche*<sup>75</sup> *sont engagées, dans quelles conditions d'accès et représentant (l'ensemble) quel niveau d'effort*.

Dans le domaine des actions concrètes, l'expérience qui se développa ces dernières années dans l'Océan Indien est très intéressante, dans la mesure où la singularité de la situation géographique des Terres australes et antarctique françaises (les TAAF) et les archipels australiens McDonald et Heard, a permis la définition de deux ZEE adjacentes couvrant une vaste

région océanique dans les proximités de l'Afrique du Sud, du Mozambique et de la zone d'influence des gestionnaires de la CCAMLR.

Face aux problèmes suscités par les situations d'abus et de pratiques illicites dans cette vaste région maritime et tenant compte des conditions géopolitiques, les deux pays ont décidé de signer un Traité en 2003 (à Canberra) et, plus récemment (2007), un Accord, «... *permettant pour la première fois l'utilisation de la coercition par une partie dans les eaux sous souveraineté de l'autre partie...*» (Guédon, 2008).

Ces mesures ont ouvert un nouveau terrain de lutte contre les activités de pêche INN, *les marines et les autorités d'inspection des deux pays coopérant étroitement dans les opérations de dissuasion et de contrôle de la région*.

D'autres initiatives se sont multipliées au long des dernières années. Toutefois, la question essentielle reste la même de toujours, et repose, en entier, sur l'information et sur la *volonté politique de bien coopérer pour prévenir, décourager et éradiquer de manière efficace les activités de pêche INN et, en général, toutes les activités susceptibles de provoquer la destruction des ressources et d'endommager sérieusement la structure et le fonctionnement des écosystèmes marins, aussi bien côtiers que de haute mer*.

Une vision plus globale, coopération loyale, information ouverte et gouvernance responsable sont certainement les mots-clés pour une réforme des mœurs et des pratiques dans ce monde de la pêche.

## 4 Conclusions

Au fil des siècles, on a observé la répétition de situations critiques; les seules différences relativement au passé étant l'expansion de l'échelle et le fait que le caractère purement local (plus rarement régional) des répercussions, jusqu'à une cinquantaine d'années, a gagné un autre statut quand, à partir des décades 1970-1980, les pêcheries ont commencées à s'effondrer à un niveau qui est aujourd'hui largement globalisé.

La responsabilité première, dans la grande majorité des situations, incombe entièrement à l'action humaine, et si on ajoute les changements de l'environnement (structurels et fonctionnels), on a l'essentiel d'un encadrement plutôt fluide où

74. Par exemple, en faisant recours à la prévention du commerce des produits capturés illégalement ou qui ne respectent pas les mesures de conservation mais aussi par moyen d'exigences en matière de traçabilité et de contrôle de qualité et à travers l'imposition de conditions d'accès aux ports.

75. L'ensemble bateau, équipements et engins de pêche (typologie et dimensions).

le milieu physique et chimique et la composante biologique des écosystèmes marins interagissent en permanence, leur caractéristiques et plasticité évoluant entre des limites qui peuvent aussi se modifier.

Dans un tel contexte de *variabilité non contrôlable* et, par conséquence, de *haut degré d'incertitude*, il faut aussi tenir compte du fait que la filière n'est pas homogène et que les sous-systèmes productifs de base (la pêche artisanale, ou petite pêche, et la pêche industrielle) obéissent à des logiques assez différents, exigeant des approches différenciées (Castilla et Defeo, 2005) dotées d'une certaine plasticité.

Au début des années 1960, le travail pionnier de Rachel Carson («Silent spring») a révélé combien les phénomènes de contamination sont facilement diffusés sur de longues distances et combien la Nature, dans son réseau presque infinie d'interdépendances, se révèle fragile et vulnérable. Près de 10 ans plus tard, ce fut le tour de Barry Commoner (Commoner, 1971) de lancer une nouvelle alerte à partir d'une perspective des relations entre l'homme et la nature plus large encore, rappelant que :

*"... we can learn a basic lesson from nature: that nothing can survive on the planet unless it is a cooperative part of a larger, global whole. ... Human beings have broken out of the circle of life, driven not by biological need, but by the social organization which they have devised to 'conquer' nature: means of gaining wealth that are governed by requirements conflicting with those which govern nature. The end result is the environmental crisis, a crisis of survival. Once more, to survive, we must close the circle. We must learn how to restore to nature the wealth that we borrow from it."*

Pour toutes ces raisons les solutions aux problèmes de la pêche ne seront jamais ni simples, ni unilatéraux, ni immuables au long du temps, recommandant des approches précautionneuses, au regard de l'incertitude relative et les risques inhérents.

Les océans et les mers sont aujourd'hui une affaire d'États et non comme auparavant, jusqu'au XV<sup>ème</sup> siècle, un jeu d'intérêts commerciales et financiers concernant les individus et les organisations privées. Ce changement de statut, si on peut utiliser l'expression, fut décidé : «... quand les gouvernants ont aperçu l'importance de la mer pour la formation, la prospérité, l'indépendance et la défense de leurs États...» (Mollat du Jourdin, 1993).

Toutefois, la logique qui a dominée l'approche au milieu et aux ressources marines n'a pas changée, se basant toujours sur la *proéminence du versant économique, mais une économie de pertes et gaspillage, pour étrange et contradictoire qu'il puisse ressembler*. En effet et déjà environ le mi XIX<sup>ème</sup> siècle, on observait, à propos du destin des captures (Piscator<sup>76</sup>, 1854), que :

*"... notwithstanding which, by some woeful mismanagement, many tons of fish, instead of being used as food, are frequently cast away to rot upon a dunghill, or carted away for manure, that if properly distributed, might have relieved the wants, not only of hundreds, but even of thousands of our needy fellow-creatures..."*

Une économie de pertes et gaspillage où, face à la pénurie des lieux de pêche et à l'épuisement des ressources, ce sont les subventions de l'État le moyen de soutenir le surinvestissement exigé par l'accroissement de la surcapacité de production déjà existante (à travers l'innovation technologique, la dimension des unités, les équipements de force et plus de rapidité en termes de manœuvre et de marée).

Voilà le cœur du problème : *les subventions et leur étroite relation avec l'augmentation démesurée de la capacité de pêche* (donc une surpêche à laquelle on doit ajouter les mauvaises pratiques), quoique pour certains auteurs la condition d'accès ouvert<sup>77</sup> soit la cause fondamentale de la surcapacité de la flotte (Porter, 2002). On dirait plutôt que *dans l'absence d'une régulation rigoureuse et d'une volonté de contrôle effectif de l'accès*, la condition d'espace ouvert (indépendamment de l'existence et disponibilité des ressources) tend à «favoriser» la surcapitalisation et ceci d'autant plus que les stratégies (économique et politique) soient ciblées sur l'augmentation de la production et de la productivité, oubliant les pertes et le gaspillage.

Le principe de la liberté des mers, dans le domaine de la pêche, tend certainement à évoluer face à une plus grande conscience des limitations des ressources mais pas nécessairement dans le sens qu'une rareté relative encourage une évolution des droits de propriété (Buck, 1998) vers une appropriation individuelle ou de groupe. Il y a certainement ceux qui sont partisans du concept de ITQ (*Individual Transferable Quotas*) mais ces quotas individuelles plutôt qu'une solution équilibrée et

76. Pseudonyme de William Hughes, un avocat anglais. On a pris le texte de l'édition de 1854 (la première édition est rapportée à 1843).

77. Couramment associée à la condition de "global commons" (Buck, 1998).

équitable représentent une formule libérale adoptée pour contourner une difficulté au même temps que, en ouvrant la porte aux concentrations de quotas dans les mains de quelques-uns, on persiste à laisser intouchable la vision traditionnelle, c'est-à-dire, on maintient l'intérêt économique au premier rang au détriment de la sauvegarde des ressources.

Contrairement à une vision purement economiciste, le maintien de l'essentiel de la structure et fonctions de l'écosystème, en tant qu'objectifs stratégiques essentiels, doit se superposer à l'immédiat la maximisation des rendements de pêche, ceci, évidemment, si on veut développer et consolider les conditions les plus favorables à la durabilité des pêcheries.

Dans la pratique, ce raisonnement implique deux conséquences très simples qu'on connaît depuis très longtemps : il n'y a pas de place pour tous ceux qui veulent pêcher et on ne peut pas pêcher tout ce qu'on veut mais seulement ce qui est possible sans mettre en cause les ressources et leur capacité d'autorégénération. C'est l'intérêt le plus général/collectif qu'on finit par favoriser et non la cupidité individuelle/corporative.

Les années 1990, post-Sommet de Rio de Janeiro, ont permis de témoigner un tournant de réactions au niveau international, vu la persistance des comportements préjudiciables se répercutant négativement sur l'état des stocks exploités (de même que sur la condition des espèces associées) et prenant en considération la gravité des situations déjà provoquées par l'effondrement des ressources et des pêcheries maritimes stratégiques.

Toutefois, les progrès réalisés, notamment au sein des Nations Unies et au niveau d'agréments ou arrangements bilatéraux, n'ont pas eu une réponse adéquate de la part d'un nombre d'États dont, beaucoup plus fréquemment que désirable, l'adhésion fut tardive et les réactions se révélèrent insuffisantes.

Si on regarde, par exemple, le comportement des États en ce qui concerne l'application et la mise en œuvre du Code de Conduite pour une Pêche Responsable (FAO) on constate que :

*"... Overall compliance with the Code is dismal: not one country of the 53 achieve a 'good' score of 70% or more. Only six countries (11%) have overall compliance scores where confidence*

*limits overlap 60% ... This means that, twelve years after the Code of Conduct was agreed, there is a great deal of room for improvement in compliance even among those countries at the top end of the rankings..."* (Pitcher et al, 2008).

En 2002, le Sommet mondial de Johannesburg pour le Développement Durable a représenté une nouvelle opportunité pour exercer la pression sur les États dans le sens d'accorder une date et des objectifs clairs en matière de gestion des ressources et des flottes, matérialisant dans la pratique ce qu'une très longue expérience avait déjà révélée comme des principes essentiels d'orientation stratégique pour la gestion.

Dans ce contexte, l'article 31 dans le chapitre IV du Plan d'Application du Sommet Mondial pour le Développement Durable<sup>78</sup>, annexe à la Déclaration de Johannesburg, semble claire dans la mesure où on peut discerner un signal, diplomatique, d'urgence quand on reconnaît que :

*"Assurer la durabilité dans l'exploitation des ressources halieutiques nécessite l'adoption des mesures..."*,

et donc (paragraphe a) on a besoin de :

*"Maintenir ou rétablir les stocks à un niveau permettant d'obtenir un rendement maximal constant, le but étant d'attendre d'urgence cet objectif pour les stocks épuisés et, si possible, en 2015<sup>79</sup> au plus tard"<sup>80</sup>.*

Toutefois, les années se sont passées et maintenant, plus de la moitié du chemin parcouru (vers 2015), non seulement nous sommes trop loin d'atteindre l'objectif d'urgence comme on découvre que les mêmes erreurs commises dans le passé furent reprises à nouveau.

Voilà en toute sa splendeur, la nature (et le poids) du problème qui concerne les générations de nos jours face aux problèmes que, très probablement, les générations futures devront affronter. Dans ce sens, le thème des pêches maritimes est un bon exemple quand on cherche de se frayer un chemin qui est fait de carrefours où les différentes branches de connaissance peuvent et doivent se rencontrer, les uns et les autres proportionnant, ensemble, une vision beaucoup plus complète et éclairante.

78. <http://www.sommetjohannesburg.org/>

79. On doit observer que ce grand objectif faisait déjà partie de la Déclaration du Rio de Janeiro (Sommet de 1992), mais sans aucune référence à une date précise en résultat de l'absence d'un accord à l'occasion.

80. C'est curieux mais on voit que, même dans une situation de crise évidente, non seulement on continue à privilégier l'idée d'un «rendement maximal» comme on prétend que celui-ci devra être «constant».

La question de fond c'est qu'après deux ou trois décennies d'expérience vécue, on a réussi l'impensable. En effet, on a atteint la limite et les générations actuelles sont sur la frontière où il faut choisir sagement, en prenant conscience que les risques et les incertitudes se sont accumulés dangereusement, non seulement en tant que résultat de profondes divergences entre des visions du monde et de la relation entre l'Homme et la Nature qui s'opposent de façon drastique, mais aussi comme fruit de la persistance d'une perspective unilatérale où l'économie des intérêts corporatifs prédomine.

Nonobstant toutes les difficultés, la vérité c'est qu'on dispose aujourd'hui de toute une série de dispositifs qu'il faut mettre en place si on veut changer de façon suffisamment profonde (radicale) le caractère régressif de l'actuelle situation. Dans l'ensemble de ces diverses solutions dont la mise en œuvre exige une coopération loyale et une transparence d'actions, on peut distinguer quatre groupes de mesures qu'on pourrait qualifier de mesures-clé pour une réorientation indispensable et urgente du secteur :

#### **Éliminer/réduire les avantages économiques**

- Élimination des subventions qui, directement ou indirectement, contribuent à la surcapacité de pêche et des activités illicites, aussi bien dans les eaux de juridiction nationale qu'en haute mer<sup>81</sup>,
- Coût de l'accès (permis de pêche) en fonction de la nature de l'exploitation, des engins et de la condition des ressources et des lieux de pêche,
- Contrôle strict des changements de registre (par exemple, de la flotte de pêche pour la flotte de plaisance) et de pavillon,
- Restrictions sévères concernant l'accès au marché, assurant des mécanismes pour le suivi et le contrôle de la traçabilité des produits de la pêche et pour la meilleure assurance ou garantie que ces produits sont le résultat de l'application de bonnes pratiques.

#### **Réguler strictement la capacité de pêche et stimuler les bonnes pratiques**

- Restructuration de la flotte, assurant l'arrêt définitif (et l'élimination) des unités de pêche en excès et ajustant la capacité de pêche résultante aux ressources disponibles<sup>82</sup>,
- Définition d'un système d'incitation/appui visant à favoriser l'utilisation d'engins moins destructifs, la réduction de consommation d'énergie, l'implantation des bonnes pratiques (en termes de capture, préservation à bord, débarquement et distribution) et une diminution significative des pertes,
- Responsabilité accrue des États de pavillon et renforcement de la capacité d'intervention des États de port.

#### **Assurer une gestion responsable sur une base écosystémique**

- Proéminence des approches et d'une gestion précautionneuse,
- Gestion intégrée des espaces et des usages sur la base d'un réseau biogéographique d'aménagement, intégrant de façon cohérente les aires protégées et/ou d'accès conditionné et d'une planification spatiale des usages.
- Préservation de l'écosystème au détriment d'objectifs de pure maximisation des rendements de pêche (on pourrait dire, comme Pikitch et al, 2004, que «... management starts with the ecosystem rather than a target species...»),

#### **Bien coopérer pour une meilleure protection des ressources et de la pêche légitime**

- Partage de responsabilités entre États et entre flottes en ce qui concerne l'accès aux pêcheries et le bon usage des ressources,

81. Selon le paragraphe 30 (f) du Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg on doit: "... eliminate subsidies that contribute to IUU fishing and to over-capacity, while completing the efforts undertaken at the World Trade Organization to clarify and improve its discipline on fisheries subsidies...". En général, il convient aussi qu'on n'oublie pas le fait que: «... Subsidies that create perverse incentives for greater investment and fishing effort in overstressed fisheries tend to reinforce the sector's poverty trap and prevent the creation of economic surplus that can be invested in alternatives...» (Willmann et al, 2009).

82. En ce que concerne la globalité de la capacité installée au niveau des flottes, certaines estimations pointent pour une réduction de 44-54% de l'effort de pêche, si on veut optimiser les rendements soutenables d'une pêcherie globale (Willmann et al, 2009), tandis que d'autres préconisent une réduction de la capacité globale entre 25 et 53% pour maintenir une pêcherie économiquement efficiente (Garcia et Newton in Willmann et al, 2009). Ces auteurs ont avancés avec d'autres alternatives mais maintenant pour assurer le maintien l'efficience économique : 43% de diminution des coûts globaux ou 71% d'augmentation du prix global. Il s'avère que ces deux types de mesures ne touchent pas au problème (surcapacité). En ce qui concerne l'effort de pêche il faut noter que leur réduction ne signifie pas, forcément, une réduction de capacité, puisque cela peut signifier dans la pratique le maintien de la capacité, la flotte étant soumise à une situation d'arrêt temporaire avec limitations d'accès, de nombre de marées et de temps de pêche.

- Concertation d'efforts pour le perfectionnement des instruments du droit international et bien aussi dans le domaine des arrangements en ce qui concerne des actions conjointes de surveillance et de contrôle des activités de pêche et l'existence des régimes de sanctions effectivement dissuasives,
- Renforcement des compétences et de la capacité d'intervention des Organisations Régionales de Gestion des Pêches<sup>83</sup>,
- Progresser en ce qui concerne les implications de concepts comme ceux du patrimoine commun et de custode ou garde (Molenaar, 2005).

Au-delà de la considération des divers mers que les hommes et nations ont pris en charge il y a «la» mer en soi ou plutôt l'océan des mers solidaires (selon l'expression de Mollat du Jourdin, 1993) qu'il faut protéger d'une exploitation imprévoyante et, pour cause, trop fréquemment effrénée. L'importance de son rôle régulateur, son caractère unique à l'échelle globale et la vulnérabilité et fragilité de ses ressources limitées le justifient très largement.

## BIBLIOGRAPHIE

AGNEW, David J., PEARCE, John, PRAMOD, Ganapathiraju, PEATMAN, Tom, WATSON, Reg, BEDDINGTON, John R. et PITCHER, Tony J., 2009 – Estimating the worldwide extent of illegal fishing. *PLoS ONE*, February 2009, Volume 4, Issue 2, e4570. 8 pp.

ALDER, Jackie et PAULY, Daniel (Eds.), 2006 – On the multiple uses of forage fish: from the ecosystem to markets. *Fisheries Centre Reports*, Vol. 14 (3). Fisheries Centre, University of British Columbia. 120 pp.

ALMEIDA RIBEIRO, Manuel de, 1992 – A Zona Económica Exclusiva. Dissertação de Doutoramento em Ciências Sociais, na área de Ciências Políticas. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Lisboa. 252 pp.

ALVERSON, Dayton L., FREEBERG, Mark H., MURAWSKI, Stephen A. et POPE, J.G., 1994 – A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 339. Rome, FAO. 235 pp. (reprint 1996)

BALINOFF, Natacha, 2005 - La liberté de la pêche en haute mer n'est plus. Université de Nantes, Centre de Droit Maritime et Océanique. *Revue Juridique Neptunus*. Vol. 11.1. 8 pp.

BARBAULT, Robert et CHEVASSUS-AU-LOUIS, Bernard, 2005 – Biodiversité, science et gouvernance. Ministère des Affaires Étrangères de France, Direction de la Coopération Scientifique et Universitaire. 244 pp.

BEAULAC, Stéphane, 2003 – Emer de Vattel and the externalization of sovereignty. *Journal of the History of International Law*, Vol. 5, p. 237-292

BENDELL-YOUNG, Leah et GALLAUGHER, Patricia, (Eds.), 2001 – Waters in peril. Kluwer Academic Publishers Group, USA. November 2001. 248 pp.

BERRILL, Michael, 1997 – The plundered seas. Can the world's fish be saved? Greystone Books. Douglas & McIntyre, Vancouver, Toronto, Canada. 208 pp.

BEURIER, Jean-Pierre, 1979 – Ressources halieutiques et droit international. Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO), *Rapports Économiques et Juridiques* N° 8. 167 pp.

BOGSTROM, Georg et HEIGHWAY, Arthur (Edit.), 1961 – Atlantic ocean fisheries, Fishing News (Books) Ltd., London. 335 pp.

BOTO, Isolina et SCALCO, Silvia, 2008 – Lutte contre la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INN). 16e Assemblée parlementaire paritaire (APP) ACP-UE de Port-Moresby. 28 pp.

BOTSFORD, L.W., CASTILLA, J.C. et PETERSON, C.H., 1997 – Management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, Volume 277, N° 5325, p. 509-515

BREEN, Benjamin et HYNES, Stephen, 2010 – Protection of Irish marine ecosystem and fishing communities under uncertainty: A review of risk management, incentive creation and a portfolio theory approach. National University of Ireland, Galway. SEMRU Working Paper Series, 10-WP-SEMURU-06. 26 pp.

BRUNDTLAND, Gro et al, 1987 – Our common world. Commission on Environment and Development (WCED). Oxford University Press. Oxford and New York.

<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

BUCK, Susan J., 1998 – The global commons. An introduction. Island Press, Washington DC, Covelo, California. 225 pp.

BUTEL, Paul, 1997 – Histoire de l'Atlantique, de l'Antiquité à nos jours. Librairie Académique Perrin. 358 pp.

83. On doit aussi reconnaître que, malgré des progrès sensibles, il y a encore des lacunes en ce qui concerne la couverture de la haute mer par ces Organisations et par les arrangements entre États.

- CASTILLA, Juan C. et DEFEO, Omar, 2005 – Paradigm shifts needed for world fisheries. *Science. Letters*, Volume 309, 26 August, p. 1342-1325.
- CLARK, Malcolm R., 2009 – Deep-sea seamount fisheries: a review of global status and future prospects. *Latin America Journal of Aquatic Research*, Vol. 37, N° 3. Valparaíso. p. 501-512.
- CLARK, Malcolm R., TITENSOR, D., ROGERS, A.D., BREWIN, P., SCHLACHER, T., ROWDEN, A., STOCKS, K. et CONSALVEY, M., 2006 – Seamounts, deep-sea corals and fisheries. Vulnerability of deep-sea corals to fishing in seamounts beyond areas of national jurisdiction. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. 86 pp.
- CLARK, W.G., 1975-76 – The lessons of the Peruvian anchoveta fishery. CALCOFI, California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations. Reports, Vol. XIX, July 1975 – June 1976, p. 57-63.
- CLAUSEN, Rebecca et YORK, Richard, 2008 – Global biodiversity decline of marine and freshwater fish: A cross-national analysis of economic, demographic and ecological influences. *Elsevier Social Science Research*, doi: 10.1016/j.ssresearch.2007.10.002. 11 pp.
- [http://steadystate.org/wp-content/uploads/Clausen\\_EG\\_Fisheries.pdf](http://steadystate.org/wp-content/uploads/Clausen_EG_Fisheries.pdf)
- COLL, Martha, LIBRALATO, Simone, TUDELA, Sergi, PALOMERA, Isabel et PRANOVI, Fabio, 2008 – Ecosystem overfishing in the ocean. *PLoS One*, Vol. 3, Issue 12, e388 1, doi10.1371/journal.pone.0003881, 10 pp. in <http://www.plosone.org>
- COMMONER, Barry, 1971 – The closing circle. *Nature, man and technology*. Alfred A. Knopf. New York. 326 pp.
- COX, Anthony, 2004 – Subsidies and deep-sea fisheries management: Policy issues and challenges. 23 pp. in <http://www.oecd.org/dataoecd/10/27/24320313.pdf>
- CURY, Philippe et MORAND, Serge, 2005 – Biodiversité marine et changements globaux: une dynamique d'interaction où l'humain est partie prenante. p. 49-79 in BARBAULT, Robert et CHEVASSUS-AU-LOUIS, Bernard, 2005
- DARESTE, Rodolphe (Trad.), 1905 – La Lex Rhodia. *Nouvelle Revue Historique de Droit Français et Étranger*. 38 pp.
- DAVIES, R.W., CRIPPS, S.J., NICKSON, A. et PORTER, G., 2009 – Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, doi:10.1016/j.marpol.2009.01.003, 29 pp.
- DEVINE, Jennifer A., BAKER, Krista D. et HAEDRICH, Richard L., 2006 – Deep-sea fishes qualify as endangered. *Nature. Brief Communications*. Volume 439, 5 January, p. 29
- DULVY, Nicholas, SADOVY, Yvonne et REYNOLDS, John D., 2003 – Vulnerability in marine populations. Blackwell Publishing Ltd. *Fish and Fisheries*, Vol. 4, p. 25-64
- EUROPEAN COMMISSION, 2007 – A policy to reduce unwanted by-catches and eliminate discards in Europe fisheries. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. COM (2007) 136 final. Brussels. 28.03.2007. 8 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 2008 – Fishing opportunities for 2009. Policy statement from the European Commission. Communication from the Commission. COM (2008) 331 final, 30.5.2008. 16 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 2010 – Consultation sur les possibilités de pêche pour 2011. European Commission, COM (2010) 241 final, 17.5.2010. 23 pp.
- FAO, 1995 – The state of world fisheries and aquaculture, SOFIA 1994. FAO Fisheries Department, Rome. 57 pp.
- FAO, 1997 – Review of the state of the world fishery resources: Marine Fisheries Department. FAO Fisheries Circular, n° 920 FIRM/C920, Rome. 173 pp.
- <http://www.fao.org/DOCREP/003/W4248E/W4248E00.HTM>
- FAO, 1999 – The state of the world fisheries and aquaculture, SOFIA 1998. FAO, Rome.
- <http://www.fao.org/docrep/w9900e/w9900e00htm#TopOfPage>
- FAO, 2000 – The state of world fisheries and aquaculture, 2000. Marine Fisheries Department. FAO, Rome. 158 pp.
- <http://www.fao.org/DOCREP/003/X8002E/X8002E00.htm>
- FAO, 2001 – Plan d'Action International visant à prévenir, à contrecarrer et à éliminer la pêche illégale, non-déclarée et non-réglementée (INN). 27 pp
- <http://www.fao.org/docrep/003/y1224foo.HTM>
- FAO, 2002 – Review of the state of world fishery resources. FAO, Rome. 159 pp. <http://www.fao.org/docrep/005/y7300e/y7300e00.htm#TopOfPage>
- FAO, 2003-2010 – Topics Fact Sheets. Sécurité alimentaire. FAO Fisheries and Aquaculture Department. in <http://www.fao.org/fishery/topic/2885/fr> (Conf.: 11.Août.2010)

FAO, 2005 – Review of the state of world marine fishery resources. FAO Fisheries Technical Paper, n° 457. FAO, Rome. 244 pp. <http://www.fao.org/docrep/009/y5852e/y5852e000.htm>

FAO, 2009 – The state of world fisheries and aquaculture, 2008 - SOFIA. FAO, Rome. 196 pp. in <http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e000.HTM>

FAO-Fisheries Department, 2002 – Fishery statistics. Reliability and policy implications. <http://www.fao.org/docrep/FIELD/006/Y3354M/y3354m00.htm>

FERRON, Olivier de, 1960 – Le droit international de la mer. Tome II. Coll. Études d'Histoire Économique, Politique et Sociale. Librairie E. Droz et Librairie Minard, Genève et Paris. 264 pp.

FRANKOT, Edda, 2007 – Medieval maritime law from Oléron to Wisby: Jurisdictions in the law of the sea. p. 151-172 in PAN-MONTOJO et PEDERSEN, (Edit), 2007.

FULTON, E.A., GREY, R., SPORCIC, M., SCOTT, R. et HEPBURN, M., 2009 – Challenges of crossing scales and drivers in modelling marine systems. 18<sup>th</sup> World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia, 13-17 July, p. 2108-2114. <http://mssanz.org.au/modsim09>

GERRISH, Margareth, 2000 – Following the fish: Nineteenth-century migration and the diffusion of trawling. p. 112-118 in STARKEY et al, 2000.

HAAN, Cees de, (Coord.), 2004 – Saving fish and fishers. Toward sustainable and equitable governance of the global fishing sector. The World Bank. Washington DC. Report N° 29090-GLB. 109 pp.

HALL, Stephen J. et MAINPRIZE, Brooke M., 2005 – Managing by-catch and discards: How much progress making and how can we do better? Fish and Fisheries, Vol. 6, p. 134-155.

HAMPTON, I., BOTER, D.C., PENNEY, A.J., PEREIRA, A.F. et SARDINHA, M., 2000 – Integrated overview of fisheries of the Benguela Current region. Synthesis commissioned by UNDP as an information source for the Benguela Large Marine Ecosystem (BCLME) Programme. 77 pp. in <http://www.bclme.org/factfig/fisheries.asp>

HARRINGTON, Jennie M., MYERS, Ransom A. et ROSENBERG, Andrew A., 2005 – Wasted resources: Bycatch and discards in US fisheries. U.S. Fisheries Atlas of Bycatch. Prepared by MRAG for Oceana, 2005. 286 pp. <http://na.oceana.org/en/news-media/publications/reports?page=5>

HAUTEFEUILLE, Laurent-Basile, 1869 – Des origines, des progrès et des variations du droit maritime international. Guilhaumin et Cie. Paris, 482 pp.

HIGH SEAS TASK FORCE, 2006 – Closing the net: Stopping illegal fishing on the high seas. Governments of Australia, Canada, Chile, Namibia, New Zealand and the United Kingdom, WWF, IUCN, and the Earth Institute at Columbia University. 116 pp.

HUTCHINGS, Jeffrey A., 2000 – Collapse and recovery of marine fishes. Nature Journal of Science, Volume 406, 24 August 2000, p. 882-885.

HUTCHINGS, Jeffrey A. et REYNOLDS, John D., 2004 – Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. BioScience, Vol. 54, N° 4, April 2004, p. 297-309

HUXLEY, Thomas Henry, 1882 – Inaugural address. London Fishery Exhibition. in <http://alepho.clarku.edu/huxley/SM5/fish.html>

IDRĪSĪ, (traduction du Chev. JAUBERT, 1836-1840; révision de A. NEF, 1999), 1999 – La première géographie de l'Occident. Présentation, notes, index, chronologie et bibliographie par Henri Bresc et Anliese Nef. G. Flammarion, Paris. 516 pp.

JACKSON, Jeremy B.C., KIRBY, Michael X., BERGER, Wolfgang H., BJORN DAL, Karen A., BOTSFORD, Louis W., BOURQUE, Bruce J., BRADBURY, Roger H., COOKE, Richard, ERLANDSON, Jon, ESTES, James H., HUGHES, Terence P., KIDWELL, Susan, LANGE, Carina B., LENIHAN, Hunter S., PANDOLFI, John M., PETERSON, Charles H., STENECK, Robert S., TEGNER, Mia J., et WAGNER, Robert R., 2001 – Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. Science, Vol. 293, N° 5530, 27 July 2001. p. 629-638.

JOHNS, C. H. W., 1904 – Babylonian and Assyrian laws, contracts and letters. Library of Ancient Inscriptions. Charles Scribner's Sons, New York. 424 pp.

JONES, Evan T., 2006 – England's Icelandic fishery in the Early Modern period. in STARKEY et al (eds.), 2000. p. 105-110. Also in E-print, 16 pp.

KELLEHER, Kieran, 2005 – Discards in the world's marine fisheries. An update. FAO Fisheries Technical Paper, N° 470. FAO, Rome. 154 pp.

KHAN, Ahmed Sheik, 2006 – The nature and magnitude of global non-fuel fisheries subsidies. A Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science. The Faculty of Graduate Studies. The University of British Columbia. 128 pp.

KHAN, A.S., SUMAILA, U.R., WATSON, R., MUNRO, G. et PAULY, D., 2006 – The nature and magnitude of global non-fuel fisheries subsidies. p. 5-37 in SUMAILA et PAULY, 2006.

- KING, Melanie, 2008 – Coastal communities and the international fishery framework. *Sea Grant Law and Policy Journal*, Volume 1, N° 2, December, 2008. p. 15-39.
- KURA, Yumiko, REVENGA, Carmen, HOSHINO, Eriko et MOCK, Greg, 2004 – Fishing for answers. Making sense of the global fish crisis. World Resources Institute, WRI. Washington, DC. 152 pp.
- LAEVASTU, T., 1961 – Natural bases of fisheries in the Atlantic Ocean: Their past and present characteristics and possibilities for future expansion. p. 18-39 in BORGSTROM et HEIGHWAY, 1961.
- MANNING, John Ruel, 1931 – The use of marine products in animal nutrition. *The American Society of Animal Production, Journal of Animal Science*, 1931. p. 88-92
- MATSUOKA, Tatsuro, 2008 – A review of bycatch and discard issue. Toward solution. p. 169-180 in TSUKAMOTO et al, (Eds.), 2008.
- MATTHEWS, Emily et HAMMOND, Allen, 1999 – Critical consumption trends and implications. *Degrading Earth's Ecosystems*. World Resources Institute, WRI. 72 pp.
- MATVEJEVITCH, Predrag, 1992 – Bréviaire Méditerranéen. Librairie Arthème Fayard, Paris. 261 pp.
- MEADOWS, Donella H., MEADOWS, Dennis L., RANDERS, Jorgen et BEHRENS III, William L., 1972 – Halte à la croissance? Enquête sur le Club de Rome & Rapport sur les limites de la croissance. Fayard, Paris. 314 pp.
- MRAG, 2005 – Review of impacts of illegal, unreported and unregulated fishing on Developing Countries. Final Report. Marine Resources Assessment Group, Ltd. London, United Kingdom. 178 pp.
- MRAG et FERR/UBC, 2008 – The global extent of illegal fishing. Final Report. Marine Resources and Fisheries Consultants (MRAG) and Fisheries Ecosystems Restoration Research Fisheries Centre, University of British Columbia (FERR/UBC). April 2008. 41 pp.
- MOLLAT DU JARDIN, Michel, 1993. L'Europe et la mer. Éditions du Seuil. 352 pp.
- MULLON, Christian, FRÉON, Pierre et CURY, Philippe, 2005 – The dynamics of collapse in world fisheries. Blackwell Publishing Ltd., Fish and Fisheries N° 6, p. 111-120.
- MORATO, Telmo, CHEUNG, William L. et PITCHER, Tony J., 2004 – Vulnerability of seamount fish to fishing: Fuzzy analysis of life-history attributes. p. 51-60 in MORATO et PAULY, 2004.
- MORATO, Telmo et PAULY, Daniel, 2004 – Biodiversity and fisheries. Fisheries Centre Research Reports. Fisheries Centre, University of British Columbia. Vol. 12, N° 5. 84 pp.
- MYERS, R.A., HUTCHINGS, J.A. et BARROWMAN, N.J., 1997 – Why do fish stocks collapse? The example of cod in Atlantic Canada. *Ecological Applications*, Vol. 7, p. 91-106
- MYERS, R.A. et WORM, Boris, 2003 – Rapid worldwide depletion of predatory fish communities., *Nature, Letters to Nature*, Vol. 423, 15 May 2003, p. 280-283.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1999 – Sustaining marine fisheries. National Academy Press, Washington DC. 164 pp.
- PAN-MONTOJO, Juan et PEDERSEN, Frederik (Ed.), 2007 – Communities in European history: representations, jurisdictions, conflicts. Edizioni Plus – Pisa University Press.
- PAULY, Daniel, CHRISTENSEN, Villy., DALSGAARD, Johanne, FROESE, Rainer et TORRES, Francisco, 1998 – Fishing down marine food webs. *Science*, Vol. 279, N° 5352, 6 February 1998. p. 860-863.
- PAULY, Daniel, CHRISTENSEN, Villy, GUÉNETTE, Sylvie, PITCHER, Tony J., SUMAILA, U. Rashid, WALTERS, Carl J., WATSON, R. et ZELLER, Dirk, 2002 – Toward sustainability in world fisheries. *Nature*, Vol. 418, 8 August 2002. p. 689-695.
- PAULY, Daniel et MACLEAN, Jay, 2003 – In a perfect ocean. The state of fisheries and ecosystems in the North Atlantic Ocean. The sea around us project. Island Press, Washington and London. 173 pp.
- PAULY, Daniel et PALOMARES, Maria Lourdes D., 2001 – Chapter 4. Fishing down marine food webs: an update. p. 47-56 in BENDELL-YOUNG et al, (Eds.), 2001.
- PÉREZ-GÁLVEZ, Antonio Raúl, 2009 – La compactage: une solution pour un meilleur management des bioressources marines. Application aux rejets et coproduits de poisson. Thèse de Doctorat, Université de Nantes, UFR Sciences et Technique. 311 pp.
- PICQ, Pascal, 2005 – Nouvelle histoire de l'Homme. LAP Perrin, Paris. 319 pp.
- PILLET, A., 1904 – Les fondateurs du droit international. V. Giard et E. Brière, Libraires-Éditeurs, Paris. 691 pp.
- PISCATOR, 1854 – A practical treatise of the choice and cookery of fish. Longman, Brown, Green and Longmans. London. 329 pp.
- PITCHER, Tony J., KALIKOSKI, Daniela, PRAMOD, Ganapathiraju et SHORT, Katherine, 2008 – Safe conduct? Twelve years fishing under UN Code. WWF for a living planet. December 2008. 65 pp. in [http://asstes.panda.org/downloads/un\\_code.pdf](http://asstes.panda.org/downloads/un_code.pdf)
- PIKITCH, Ellen K., SANTORA, C., BABCOCK, E.A., BAKUN, A., BONFIL, R., CONOVER, D.O., DAYTON,

- P., DOUKAKIS, P., FLUHARTY, D., HENEMAN, B., HOUDE, E.D., LINK, J., LIVINGSTON, P.A., MANGEL, M., McALLISTER, M.V., POPE, J., et SAINSBURY, K.J., 2004 – Ecosystem-based fishery management, *Science*, Volume 305, N° 5692, 16 July, p. 346-347
- PORTER, Gareth, 2002 – Fisheries subsidies and overfishing: Towards a structured discussion. UNEP/ETB Fisheries and the Environment Series. UNEP. 56 pp.
- RADCLIFFE, William, 1921 – Fishing from the earliest times. John Murray, Albemarle Str., W London. 478 pp.
- RASS, T.S. et CARRÉ, F., 1980 – Les pêches maritimes: Complexes biogéographiques de production et provinces halieutiques. *Revue et Travaux de l'Institut de Pêches Maritimes*, Vol. 44, N° 2. p. 89-117
- ROBINSON, Robb, 2000 – Steam power and distant-water trawling. p. 206-216 in STARKEY et al, 2000.
- SECRETARIAT - CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2008 – Synthesis and review of the best available scientific studies on priority areas for biodiversity conservation in marine waters beyond the limits of national jurisdiction. Montreal. Technical Series N° 37. 63 pp.
- STALLINGS, Christopher D., 2009 – Fishery-independent data reveal negative effect of human population density on Caribbean predatory fish communities. *PLoS ONE*, May 2009, Vol. 4, Issue 5, e5333. doi: 10.1371/journal.pone.0005333. 9 pp.
- STARKEY, David J., REID, Chris et ASHCROFT, Neil, (Eds.), 2000 – England's sea fisheries. The commercial sea fisheries of England and Wales since 1300. Chatham Publishing, London. 272 pp.
- SUMAILA, U.R., ALDER, J. et KEITH, H., 2006 – Global scope and economics of illegal fishing. *Marine Policy*, Vol. 30, p. 696-703
- SUMAILA, U. R. et PAULY, D. (eds.), 2006 – Catching more bait: A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies (2<sup>nd</sup> version). Fisheries Centre Research Reports Vol. 14, N° 6, 121 pp.
- THURSTAN, Ruth H., BROCKINGTON, Simon et ROBERTS, Callum M., 2009 – The effect of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. *Nature Communications*, 1, 1-6 (4 May 2010) DOI:10.1038/incomms1013 Article. 6 pp.
- TREVES, Tullio, 1995 – Interventions en haute mer et navires étrangers. *Annuaire Français de Droit International*. Éditions du CNRS, Paris. 25 pp.
- TSUKAMOTO, K., KAWAMURA, T., TAKEUCHI, T., BEARD, T.D. et KAISER, M. (Eds.) – Fisheries for global welfare and environment. Memorial Book of the 5<sup>th</sup> World Fisheries Congress, 2008. Terrapub, Tokyo. i-xiv, 1-470 pp. <http://www.terrapub.co.jp/onlineproceedings/fs/wfc2008/index.html>
- VASCONCELOS, Marcelo de Sousa, 1981 – A Zona Económica Exclusiva e a sua ocupação. in *Curso Intensivo do Instituto Nacional de Administração (INA) "As pescas em Portugal e a adesão à Comunidade Económica Europeia"*.
- VASCONCELOS, Marcelo de Sousa, 2002 – A condição humana e os Oceanos. Breviário de meditação ("La condition humaine et les océans. Bréviaire de méditation"). Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR), Lisboa. 370 pp.
- VASCONCELOS, Marcelo de Sousa, 2008 – Océan et zones côtières. Le défi d'une politique intégrée. Actes de la Session Plénière Solennelle, Académie Hassan II des Sciences et Technique, Rabat 20-22 Février. p. 207-231.
- WALMSLEY, Sarah A., LESLIE, Rob W. et SAUER, H.H., 2006 – Managing South Africa's trawl by-catch. *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 64, p. 405-412.
- WATSON, Reg et PAULY, Daniel, 2001 – Systematic distortions in world fisheries catch trends. *Nature*, Vol. 414, 29 November 2001, p. 534-536.
- WATSON, Reg et MORATO, Telmo, 2004 – Exploitation patterns in seamount fisheries: a preliminary analysis. p. 61-66 in MORATO et PAULY, (Eds.), 2004
- WATSON, Reg, ALDER, Jackie et PAULY, Daniel, 2006 – Fisheries for forage fish, 1950 to the present. p. 1-19 in ALDER et PAULY (Eds.), 2006
- WEBER, Michael L., 2002 – From abundance to scarcity. A history of US marine fisheries policy. Island Press. Washington DC and London. 245 pp.
- WILLEMSE, Nico E. et PAULY, Daniel, 2002 – Ecosystem overfishing: A Namibian case study. Actes du Symposium International, Dakar, 24-28 June 2002. p. 254-260
- WILLMANN, Rolf et KELLEHER, Kieran (Coord.), 2009 – The sunken billions. The economic justification for fisheries reform. The World Bank and FAO. Series Agriculture and Rural Development. 139 pp.
- ZELLER, Dirk et PAULY, Daniel, 2005 – Good news, bad news: global fisheries discards are declining, but so total catches. in *Ghoti Papers*. Blackwell Publishing Ltd. Fish and Fisheries Vol. 6, p. 156-159.

**L'Océan, la Mer, et les zones côtières, viviers prometteurs de développement\***

**Omar Assobhei<sup>1,2</sup>  
et Marcelo de Sousa Vasconcelos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

<sup>2</sup> Université Chouaib Doukkali El Jadida.



**1. Préambule**

Le changement climatique, l'épuisement des ressources énergétiques fossiles, les menaces sur certaines sources d'alimentation humaine... sont autant de défis que nous devons surmonter pour assurer des conditions -moins hasardeuses- pour la prospérité des générations actuelles et surtout futures. Les mers et océans pourraient permettre de faire face à certaines de ces préoccupations. En effet, la mer joue un rôle irremplaçable dans l'évolution et la relative stabilité du climat; elle constitue une importante partie des ressources alimentaires de l'humanité (ressources halieutiques, aquaculture, algues, etc.) et, en plus du bien-être qu'elle procure à l'humanité (biens et services), la mer recèle des ressources minérales et d'une grande diversité faunistique et floristique, sans oublier des opportunités non-traditionnelles et même non-conventionnelles dans divers domaines comme les énergies renouvelables et les molécules marines, etc.

Les océans et les mers ont toujours joué un rôle crucial dans le développement des pays côtiers, en influençant la culture, l'économie et même l'identité des pays. Les deux tiers de la population mondiale environ vit à moins de 60 kilomètres des côtes et nombreux sont les pays auxquels la mer procure leurs moyens de subsistance, que ce soit par la pêche et l'exploitation des autres ressources marines, le commerce maritime ou le tourisme. Ce phénomène de littoralisation est en constante amplification dans le monde.

Cependant, l'océan forme avec l'atmosphère un vaste système qui est régi par la complexité de ses interactions, exerce une influence profonde sur le climat de la planète et absorbe les chocs que provoque le changement, qu'il soit naturel ou anthropique. La capacité des océans est énorme, qu'il s'agisse d'opérer des transferts de chaleur, de recycler les gaz à effet de serre liés au réchauffement de la planète, d'absorber les polluants ou de nourrir la vie marine. Pourtant,

c'est une capacité qui a des limites, contrairement à ce qu'on pourrait croire. L'océan est aussi très lent à réagir mais lorsque les premiers signes d'une perturbation apparaissent, ses effets peuvent se poursuivre pendant des décennies, ou même des siècles.

Ce vaste réservoir auto-approvisionné qu'est l'océan ressemble à une communauté économique géante produisant une valeur ajoutée appréciable. En effet, si nous devons payer tous les services et les biens que fournit l'océan (régulation des gaz de l'atmosphère, recyclage des nutriments, régulation biologique, production alimentaire, matières premières et loisirs), la facture s'élèverait à 21 000 milliards de dollars US par an (Costanza *et al.*, 1997) dont 12 500 milliards générés par les écosystèmes côtiers<sup>1</sup>.

On estime que 80% de la biodiversité du monde réside dans l'océan et qu'elle reste en grande partie à découvrir. Les profondeurs marines, largement inexplorées, renferment peut-être des millions d'espèces inconnues. Selon les estimations de la FAO, environ 12,5 millions de pêcheurs (dont 10 millions d'artisans) embarqués sur plus de 3 millions de bateaux débarquent environ 90 millions de tonnes de poisson par an. L'industrie de la pêche fait vivre directement ou indirectement à peu près 200 millions de personnes (Garcia *et al.*, 1997). Toutefois, selon la FAO, cette ressource jadis abondante a été exploitée presque jusqu'à épuisement. D'après la FAO, 70% des stocks de poisson sont à l'heure actuelle soit pleinement exploités, soit surexploités, soit en voie de reconstitution après une surpêche.

Les profondeurs des océans contiennent également des réserves considérables - mais limitées - de combustibles fossiles (pétrole et gaz) qui sont une précieuse source potentielle d'énergie. Ces ressources sont déjà en exploitation dans de nombreux pays. Les autres sources potentielles d'énergie comprennent l'exploitation des clathrates ou hydrates de méthane (une source potentielle non-traditionnelle de production d'énergie), l'énergie mécanique des vagues, des marées et des courants (les hydroliennes) ainsi que l'énergie thermique associée à la chaleur emmagasinée dans la mer. Jusqu'à maintenant, ce sont les obstacles technologiques et économiques qui rendent trop onéreuse l'exploitation de ces ressources.

Les plaines abyssales du lit de la mer profonde sont jonchées de nodules de minerais principalement de manganèse mais aussi de cuivre, de nickel et de cobalt. Le fond de l'océan est aussi une réserve massive de sable et de gravier, matériaux essentiels pour la construction. La biotechnologie marine ou «biotechnologie bleue» est à ses balbutiements. La biomasse marine est susceptible

\* Contribution à un programme intégré de recherche sur l'océan, la mer et les zones côtières du Maroc.

1. La valeur des océans du point de vue régulation climatique n'est pas chiffrée dans cette estimation.

de receler des molécules à forte valeur ajoutée, dont les utilisations s'annoncent incroyablement vastes, et la liste des domaines d'application potentiels ne cesse de s'allonger : industrie, santé, cosmétiques, agro-alimentaire... (Tableau 1). Plus de 30000 substances pharmaceutiques actives d'origine marine ont déjà été isolées.

## II- BIENS ET SERVICES POURVUS PAR LES ECOSYSTEMES MARINS ET COTIERS

En termes économiques, le calcul de la valeur des *services* est beaucoup plus difficile que celle correspondant aux *biens* pourvus par les écosystèmes surtout si on veut évaluer les impacts relatifs aux composantes esthétique, culturelle ou spirituelle ou sur le bien-être d'un individu ou d'une communauté, par exemple.

Costanza et al. (1997) ont estimé la valeur relative du patrimoine et de l'ensemble de services pourvus par de nombreux écosystèmes, certes avec beaucoup d'incertitudes mais, on peut remarquer pour les océans et zones côtières (Tableau 2):

- plus de 60% du total des biens et services écosystémiques proviennent du milieu marin (océans et zones côtières);
- la valeur annuelle par unité de surface des zones côtières et des zones humides est respectivement, *grasso modo*, 5 et 10 fois plus élevée que celle de l'ensemble des écosystèmes terrestres;
- les zones côtières constituent plus de 40% du capital naturel pourvu par la totalité des écosystèmes et sont le siège de transferts de matière et d'énergie et dont la richesse écologique contribue par 25% de la productivité biologique globale.

Industrie	Implication actuelle en bio-prospection	Tendances prévues en bio-prospection	Bénéfices Sociaux	Bénéfices Commerciaux	Ressources en biodiversité
Pharma-ceutique	Plutôt cyclique	Cyclique, augmentation éventuelle	Santé humaine et emploi	+++	P, A, M
Cosmétique	Élevé	Augmentation	Santé humaine et bien-être	+++	P, A, M
Biomimétique	Variable	Variable en augmentation ?	Diversifiés	++	P, A, M
Bio-indicateurs	Variable	Augmentation	Qualité environnementale	+	P, A, M
Récupération écologique	Moyen	Augmentation	Qualité environnementale	++	P, A, M
Protection alimentaire Contrôle biologique	Elevé	Augmentation	Aliments et qualité de l'environnement	+++	P, A, M

Tableau 1 : Situation et tendances dans les grandes industries de bio-prospection (P : plantes; A : Animaux; M : Microorganismes; + : Profits variables; ++ : Profits en million de €; +++ : Profits en milliards de €).

Source : Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being - Opportunities and Challenges for Business and Industry*. Modifié.

Écosystème	Surface (millions d'hectares)	Valeur totale en \$US/ha/an	Flux global en \$US/an (x 10 <sup>9</sup> )	Valeur globale en pourcentage
<b>Marin</b>	36 302	577	20,949	63
<b>Océan ouvert</b>	33 200	252	8,381	25
<b>Zones côtières</b>	3 267	4 052	14,216	43
Estuaires	180	22 832	4,110	
Algues et plantes aquatiques	200	19 004	3,801	
Récifs de corail	62	6 075	375,000	
Plateforme continentale	2 660	1 610	4,283	
Zones humides (mangroves et marécages)	165	9 990	1,648	
<b>Terrestre</b>	15 323	804	12,319	37
Global	51 625	-	33,268	100

Tableau 2 : Valeur relative de l'ensemble des biens et services pourvus par les écosystèmes.

Source : Costanza et al. (1997) et Commission Mondiale Indépendante pour les Océans (1998). Modifié.

Si on considère l'ensemble des espaces littoraux et océaniques nous pouvons observer que la diversité des logiques fonctionnelles de l'homme (individu ou collectivité) a permis jusqu'à nos jours une évolution vers l'élargissement de l'occupation de ces espaces, renforçant *de facto* leur importance stratégique pour le maintien de ces secteurs d'activité humaine. Lesquels secteurs sont à la base d'une économie maritime traditionnelle fortement investie (tableau 3) dont les enjeux présentent une menace plutôt qu'une assurance pour le patrimoine océanique et côtier (Pauly et Alder, 2005).

Secteurs d'activité	Chiffre d'affaire en milliards de \$US	Année
Pêche (capture) <sup>2</sup>	81	2000
Aquaculture	57	2000
Pétrole/gaz offshore	132	1995
Tourisme maritime (principalement en zones côtières)	161	1995
Transport maritime et de commerce	155	1995

Tableau 3 : Importance des secteurs d'activités liés aux espaces littoraux et océaniques.

### III. L'océan et les ressources aquatiques : un domaine stratégique pour le maroc

Au Nord-Ouest du continent africain, le Royaume du Maroc occupe une surface de près 711000 km<sup>2</sup>, avec une position stratégique entre l'Europe et l'Afrique et entre la Méditerranée et l'Atlantique. La façade maritime du Maroc est d'environ 3500 km et après la promulgation de la loi instituant une zone économique exclusive (ZEE) de 200 milles marins, la juridiction marocaine sur la mer s'est étendue à plus d'un million de km<sup>2</sup> de plan d'eau. La plus grande partie des côtes marocaines est tournée vers l'Atlantique et le reste borde la Méditerranée. Les zones maritimes sous la juridiction Marocaine sont plus vastes que son territoire terrestre (environ 1 million de km<sup>2</sup>). Près de la moitié de la population du Maroc vit à moins de 60 km de la mer et se concentre surtout dans les zones urbaines le long de la côte.

Les côtes marocaines abritent des écosystèmes marins et des phénomènes océanographiques majeurs à savoir :

- a) le détroit de Gibraltar, lieu de transfert de masses d'eaux d'origines et de densités différentes entre la Méditerranée et l'Atlantique;

- b) les «upwelling» côtiers (remontées d'eaux froides profondes riches en sels nutritifs) quasi permanents sur la façade Atlantique avec toutes leurs répercussions en termes de productivité biologique et de biodiversité (c'est à ce titre que les côtes marocaines comptent parmi les plus poissonneuses à l'échelle mondiale);
- c) de nombreux milieux continentaux sous influence marine sont d'un grand intérêt écologique, scientifique et socio-économique à savoir : une diversité de lagunes (Moulay Bouselham, Oualidia, Sidi Moussa, Khnifiss, Smir, Bou Areg...), plusieurs estuaires (Moulouya, Tahaddart, Loukkos, Sebou, Bou Regreg, Oum Errabia, etc.), des baies (Dakhla, Cintra...).

Ces richesses spécifiques et écosystémiques constituent un patrimoine national de grands intérêts écologique et économique. Le milieu marin représente à l'évidence un patrimoine considérable qui joue déjà un rôle socio-économique important pour notre pays et impose par conséquent, un ferme engagement pour sa protection et la préservation de ses ressources naturelles. Lesquelles ressources sont inestimables aujourd'hui mais surtout pour les générations futures. Cependant, durant ces dernières années, des dysfonctionnements au niveau des écosystèmes marins commencent à être observés suite aux pressions anthropiques excessives exercées sur le milieu marin (littoralisation intensive, pollution, surexploitation des ressources vivantes et non vivantes), au-delà du changement climatique, dont l'extension et l'impact sont loin d'être suffisamment évaluée.

En effet, le milieu littoral subit l'influence d'une pression démographique croissante, sur des diverses formes comme une urbanisation intensive (avec la destruction des cordons dunaires fossiles qui assuraient la protection côtière), une concentration industrielle importante et une grande activité touristique et portuaire. À tout cela s'ajoute une certaine régression de l'apport des bassins versants des plus importants cours d'eau.

C'est dans ses eaux marines, tout près de ses côtes, que le Maroc trouve une de ses plus importantes sources de richesse renouvelable. Le secteur des pêches au Maroc est d'une importance économique et sociale considérable, en tant que produit-clé d'exportation, élément essentiel à la stabilité des communautés côtières de pêcheurs

2. Selon la FAO (2007), la capture globale en 2004 (incluant la pêche en eau douce), a été estimée à 95 millions de tonnes (MT) soit 85 milliards de dollars US (mM\$). Dans le domaine de l'aquaculture, on a produit, globalement, 60 MT (21 MT, aquaculture marine sans culture de plantes), correspondant à 70 mM\$ (38 mM\$, aquaculture marine). Malgré les progrès concernant la fiabilité des statistiques, certaines erreurs persistent; par exemple on estime qu'au moins 37% des captures ne sont pas rapportées.

et, éventuellement, à la survie des populations de l'intérieur accablées par la sécheresse et le manque de ressources. En effet, l'importance de la pêche (l'aquaculture étant encore relativement limitée) pour l'économie marocaine est incontestable avec: environ 200000 emplois, environ 15% du total des exportations et 55% de la valeur des exportations de produits alimentaires.

L'exploitation des lieux de pêche reflète la diversité d'espèces (plus de 60), mais la production la plus importante en termes de débarquement repose sur des petites espèces pélagiques (78%) dont la sardine avec 70%. Toutefois, en termes de valeur, ce sont les pêcheries de céphalopodes qui assurent une bonne partie du revenu.

La production marocaine relative aux pêcheries côtières et à la petite pêche locale représentait, en 2004, environ 840.000 de tonnes (la production globale s'élevait à plus de 1 million de tonnes) dont la valeur correspondait à 3 billions de dirhams; presque la moitié (53%) de cette production est absorbée par la consommation directe et par les conserveries, tandis que 42% est destinée à la production des huiles et farines de poissons (ce qui représente une sous-utilisation du point de vue économique) et seulement 5% est utilisée par l'industrie de congélation.

À la différence d'autres pays de l'Afrique du nord, le Royaume du Maroc se caractérise par le fait qu'il est le seul à disposer d'une importante industrie de transformation des produits de la pêche. D'ailleurs, c'est le seul qui exporte significativement. C'est aussi le seul qui dispose, en principe, d'un fort potentiel de ressources marines et de perspectives favorables d'augmentation de ses bénéfices. Pour ce faire, le Maroc doit imposer des régimes d'exploitation responsables (en essayant des nouvelles approches et une vision élargie, écosystémique, aussi bien dans la protection-gestion<sup>3</sup>, que dans l'organisation-dimension du système d'exploitation<sup>4</sup>) et de chercher à progresser dans le domaine de la biotechnologie, en ouvrant des nouvelles opportunités à partir de ce que Pierre Potier appelait «*le Magasin du Bon Dieu*»<sup>5</sup>.

L'évolution du secteur des pêches au Maroc a démontré que ce dernier a connu une diminution des captures due à la surexploitation de ressources de valeur économique appréciable et au déplacement de certaines espèces (probablement associé aux changements du milieu). En conséquence, on doit

plus que jamais, mettre en œuvre la diversification du secteur en adoptant des stratégies innovantes permettant d'optimiser l'utilisation de la biomasse débarquée. En effet, il est de plus en plus reconnu qu'outre le développement de la valeur ajoutée de la production destinée à l'alimentation humaine, l'extraction de biomolécules marines utilisées sur divers marchés présente un potentiel commercial et industriel prometteur et un intérêt stratégique pour l'économie des régions maritimes et celle du secteur des pêches et de l'aquaculture.

Le secteur de la biotechnologie marine connaît une évolution rapide au niveau mondial. La demande pour des produits utilisant des biomolécules est en croissance, en particulier en pharmacie et en cosmétique. Plusieurs secteurs industriels, pour des impératifs de développement durable, utilisent des biomolécules d'origine marine comme ingrédients actifs, pour leurs propriétés texturantes, antimicrobiennes, antioxydantes, antitumorales, nutritives, etc.

En effet, le développement des connaissances dans plusieurs secteurs de la biotechnologie marine est une préoccupation majeure de plusieurs politiques scientifiques des pays développés (algologie, microbiologie, biologie des extrémophiles, biologie des organismes, la métagénomique, les bioproduits, les biomatériaux, la nanobiotechnologie, les biominéraux, les biomarqueurs, les bio-antifouling, les mécanismes de séquestration biologique du carbone en mer, la bioénergie, etc.); même au niveau du développement d'une aquaculture marine qu'on veut durable, le rôle des biotechnologies est déjà remarquable.

Dans ce contexte, la grande diversité des écosystèmes marins et côtiers du Maroc et la flore et la faune qui leur sont associées constituent un immense gisement de molécules originales et une fabuleuse opportunité pouvant supporter une biotechnologie prometteuse pour le développement du pays (Assobhei, 2010).

Par ailleurs, malgré les progrès tangibles accomplis dans le monde au cours de ces dernières décennies, nous devons reconnaître que nos connaissances comportent de grandes lacunes sur plusieurs questions essentielles comme par exemple:

- la grande circulation océanique et les conséquences de sa variabilité sur le milieu marin et le climat,

3. Une politique d'aménagement responsable des ressources présume la protection et la conservation des ressources et des paysages «naturelles».

4. Sans oublier le développement de l'aquaculture en tant que cible stratégique complémentaire des pêcheries.

5. C'est un secteur innovateur dans lequel la biodiversité revêt une importance accrue comme ressource d'intérêt économique.

- la topographie et la nature géologique des fonds marins et leur relation avec la typologie de la circulation et la répartition des espèces,
- la prévision et l'évaluation des impacts des variations climatiques sur le frai et la reconstitution des ressources marines,
- les facteurs déterminants des modifications significatives du comportement des ressources halieutiques (répartition et abondance),
- la distribution des polluants et leurs impacts<sup>6</sup>,
- l'énergie fossile : accès, risques (disponibilité et prix pour les flottes et l'industrie) et alternatives,
- le tissu de relations complexes « structurant » les écosystèmes marins, leur fonctionnalité et le mode d'interaction des différentes composantes.

Pour mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes, la conjugaison des différentes connaissances (les relations horizontales, plus que verticales) est une nécessité stratégique et fondamentale si l'on veut mettre en œuvre, avec succès, les politiques de transition vers des conditions de développement plus « durable » dans les sociétés actuelles et dans un futur proche.

L'approche écosystémique des pêcheries doit tenir compte, sans préjuger la préservation des écosystèmes et des ressources (c-à-d la soutenabilité à long terme d'un futur écologiquement et socialement acceptable), de la conciliation des différents intérêts (extraction, navigation et tourisme considérés comme un tout dans l'aménagement littoral) grâce à une mobilisation scientifique plurielle autour de thèmes fédérateurs. Elle implique la mise en exergue des interactions entre les différentes composantes de l'écosystème ainsi que la prise en compte de l'espace et des interactions dans la compréhension des processus qui les structurent.

#### IV. Contexte et enjeux pour le maroc

##### 1. Problématique de la recherche en sciences marines

La pression exercée par une population en croissance rapide et ses implications sociales complexes, associées à des contraintes économiques ont naturellement conditionnés l'investissement dans le domaine de la recherche scientifique du pays ainsi que le choix de ses priorités.

Dans le même sens, l'articulation insuffisante ou inadéquate entre les différents opérateurs scientifiques et la difficulté de parvenir à une entente sur la définition de programmes intégrateurs, associés à la limitation de moyens et au degré d'utilisation de ceux existants (surtout opérationnels) ainsi que les questions suscitées par le besoin de satisfaire des critères basiques de compatibilité, ont constitué des contraintes objectives à une nouvelle -et surtout plus innovatrice- dynamique de recherche en sciences marines. Cette nouvelle dynamique aurait permis de déboucher sur de nouveaux champs de recherche qui, correctement articulés, auraient constitué un important instrument d'accélération du progrès, soit par la limitation des impacts négatifs de l'action humaine, soit grâce à un plus grand degré de compatibilité et de cohérence des différents usages du territoire<sup>7</sup> et de ses ressources. Les conséquences de ces différents effets limitant sont :

- a) un état de déséquilibre et d'affaiblissement visibles dans le domaine de la recherche sur les océans et les zones côtières,
- b) une fragmentation excessive des équipes de recherche,
- c) l'absence d'un guide de bonnes pratiques pour clarifier la logique de l'exercice,
- d) le manque d'instruments adéquats principalement les instruments opérationnels.

Certainement, le coût des moyens nécessaires<sup>8</sup> et leur ampleur sont les facteurs qui ont contribué à influencer négativement le développement d'une recherche plus efficiente en sciences marines. Ceci d'autant plus qu'on a persisté à ne pas regarder la complexité des problèmes suivant une logique systémique et une vision holistique.

En outre, la connaissance limitée de la dimension et des difficultés inhérentes à l'estimation de la valeur économique des biens et surtout des services pourvus (directement ou indirectement) à l'homme par les écosystèmes marins et les zones côtières ont constitué une contrainte supplémentaire pour le développement de ces idées, disons, moins conventionnelles.

6. D'après GESAMP, plus de 75% de la pollution marine est d'origine continentale. 40% provenant des fleuves et de rejets directs et 30% par voie atmosphérique. Le transport maritime, le déballastage « dumping », les activités côtières et les opérations offshore sont responsables pour presque le reste. On estime que environ 90% des produits chimiques et d'ordures contaminent les écosystèmes côtiers, les sédiments et la vie marine.

7. En incluant, naturellement, les eaux sous juridiction du Royaume du Maroc qui s'étendent depuis les 12 miles territoriales jusqu'aux 200 miles nautiques des lignes de base.

8. Si on ne considère que les moyens opérationnels (existence et disponibilité de navires convenablement équipés).

## 2. Plans de développement sectoriel et pertinence de la mise en place d'un **Programme Intégré de Recherche en sciences marines**

Au moment où se préparent les plans destinés à promouvoir à long terme les conditions soutenables pour le développement social et économique pouvant contribuer de façon décisive à la consolidation des secteurs productifs et industriels du Royaume, il semble bien opportun de réfléchir sur la création de conditions qui permettent l'édification d'un système de recherche sur des bases solides capable de :

- catalyser les volontés;
- mobiliser les moyens humains et matériels existants au niveau national;
- rassembler le potentiel diversifié des capacités scientifiques au tour d'un **Programme Intégré de Recherche** ciblé sur des questions de fond relatives aux écosystèmes marins et côtiers.

Après le *Plan Vert de l'Agriculture* marocaine, le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime a mis en place une stratégie de développement pour les pêches maritimes marocaines à l'horizon 2020: *Plan Halieutis*.

Apparemment, la conception et l'élaboration de ce plan obéissent à une vision purement sectorielle (donc unilatérale et fermée) et économique. Cependant, la nature des problèmes et la dominance de relations complexes de dépendance recommanderaient et justifieraient largement, une perspective multilatérale, assurant la compatibilité des mesures préconisées et la cohérence d'une vision intégrée.

Dans une situation où l'incertitude et les risques se révèlent déjà préoccupants (et leur tendance à l'aggravation est prévue dans les années à venir), l'expérience vécue tout le long du 20<sup>ème</sup> siècle est suffisamment riche et diversifiée pour justifier une plus grande attention dans la définition des perspectives de croissance. Ainsi, la question de fond qui se pose aujourd'hui est : comment assurer l'amélioration du bien-être des populations et assurer le développement<sup>9</sup> dans un environnement où le risque et l'incertitude se sont accrus ? Voilà ce qui représente, dans une autre perspective, une raison supplémentaire pour envisager les sciences marine et côtière de façon sérieuse, réformatrice et réorientant la recherche dans ces domaines stratégiques pour le futur.

Malheureusement, on ne peut pas extraire du *Plan Halieutis* – tel qu'il est décliné dans les 16 projets «stratégiques» qui constituent sa base – une recommandation concluante en matière de recherche scientifique. Le seul texte mentionné est "...**renforcer et partager la connaissance scientifique**...". Certes, il s'agit d'une considération certainement positive, mais insuffisante à ce stade car elle est trop vague pour élucider ce qui est effectivement voulu.

L'Institut National de Recherche Halieutique (INRH) relevant du Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, concentre son attention autour d'un ensemble diversifié de questions, notamment celles concernant le suivi permanent des ressources halieutiques, en particulier celles qui constituent la base de la pêche marocaine. Sans préjuger des efforts remarquables que les scientifiques de l'INRH ont développé au cours des années, la réalité que l'institution ne dispose pas de moyens, de capacité scientifique et d'expertise suffisants pour répondre à tous les aspects saillants pouvant contribuer à un progrès plus effectif pour une meilleure compréhension des aspects physique, biologique et écologique du vaste domaine marin du pays (Kleiche Dray et Waast, 2008). Cependant, au même temps, on observe que le rôle des Universités dans ce contexte passe pratiquement inaperçu parce que souvent, il se montre dispersé et, surtout, hors d'un contexte précis, malgré l'expertise et la diversité de compétences qui s'y concentrent.

C'est pourquoi nous sommes persuadés que le moment est venu pour réfléchir sur la question et prendre la décision de faire face de manière efficace à cette situation sur la base d'une stratégie d'intégration d'objectifs, de vision multidisciplinaire, de renforcement des capacités, de cohérence et de complémentarité des actions et d'innovation.

La mise en place du Programme Intégré de Recherche en sciences marines interviendra dans un contexte nouveau, marqué en premier lieu par le démarrage des plans de développement sectoriels notamment, le *Plan Halieutis* et les différentes réformes engagées par le Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur, de la formation des cadres et de la recherche scientifique en matière de structuration et de financement de la recherche scientifique au niveau de l'université marocaine. Tout cela devrait contribuer à court/moyen terme à la création de structures de recherche thématiques (laboratoires, pôles de compétences, centres, ...), contractualisation suivant des objectifs stratégiques

9. Bien entendu : le développement n'est pas nécessairement synonyme de croissance.

fixés préalablement, financement sur la base des appels à projets, ...).

Par ailleurs, et déjà en cohérence avec cette perspective, un nouvel acteur de la recherche scientifique marocaine en sciences marines a été créé par le Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur, de la formation des cadres et de la recherche scientifique, structuré en pôle de compétences et organisé sous forme d'un réseau national appelé « Réseau national des sciences et techniques de la mer » REMER (voir encadré 1). Ce réseau fédère des compétences nationales issues des universités et des établissements de recherche publique versées dans le domaine des sciences et techniques de la mer.

Le réseau REMER devra être mobilisé pour appuyer, en particulier, les instituts de mission dont l'INRH, mais aussi d'autres entités s'intéressant aux domaines de l'environnement et de l'aménagement intégré du territoire et, en général, les objectifs stratégiques fixés au niveau national pour le développement du pays, la santé et le bien-être des populations en relation avec les écosystèmes marins et côtiers.

### 3. Une géographie riche et diversifiée

Le territoire marocain pourrait être perçu comme une bande de terrain s'étendant le long de l'océan atlantique et se déploie jusqu'aux contreforts de la chaîne de montagnes qui coupe sa moitié Nord presque au milieu (dans le sens NE-SO). Les chaînes du Moyen et Haut Atlas et l'Anti-Atlas ferment les chemins en direction au Sud saharien tandis que plus au Nord, la chaîne du Rif domine la frontière avec la Méditerranée. Des plaines arides à l'Est et fertiles à l'Ouest séparées par un Moyen Atlas riche en ressources hydriques ("château d'eau du Maroc") et un Rif desséché et très escarpé.

L'étendu de ce territoire à côté d'un monde aussi diversifié que celui de la mer méditerranée et du vaste océan atlantique sont certainement des éléments d'attraction. Toutefois, se sont d'autres facteurs liés à une réalité plus intelligible et palpable qui ont exercés une profonde influence dans la définition des priorités et l'orientation des efforts en matière de recherche scientifique au Maroc.

On peut aussi dire que l'immensité de l'océan et de ses problèmes étaient peu perceptibles et dans ce sens, insuffisants pour justifier le besoin d'un rééquilibrage (légitimé par le changement des dépendances traditionnelles plus directes) dans la perception d'une réalité qui s'était révélée beaucoup plus complexe car elle est systémique et il n'y a des limites infranchissables dans la nature (bien

au contraire). D'une façon ou d'une autre tout est affecté par un système complexe de relations et il y aura toujours un moment où une réappréciation doit être prise sérieusement.

### 4. Les enjeux pour développer une recherche nationale efficiente

Les eaux poissonneuses de la côte marocaine doivent leur richesse à la conjugaison d'un ensemble de facteurs, notamment la localisation géographique du Royaume, la persistance relative des vents dominants, le système de courants dans la zone côtière et plus au large et l'orientation de la côte par rapport aux vents prédominants.

Dans ce système très dynamique, c'est l'action du vent qui influence la remontée des eaux profondes plus froides et riches en nutriments «*upwelling*». Ces eaux favorisent la production planctonique et, par la suite, la richesse en ressources pélagiques. Cependant, la distribution et l'amplitude de ces aires de résurgence sont très influencées par la dynamique de la circulation océanique dans les zones côtières.

Le «*pilier pêche*» dans l'ensemble que constitue l'économie maritime marocaine (pêche, transport maritime industriel, de commerce et de passagers, tourisme, etc.) repose sur des bases relativement fragiles qui ne sont pas garanties à long terme. Ces bases sont la persistance d'un phénomène océanographique tout à fait bien particulier, le maintien des caractéristiques de circulation océanique et de températures des eaux.

Effectivement, ce qui est envisageable pour les prochaines décades c'est que le changement climatique prévisible pour des pays comme le Maroc (à la lumière des connaissances actuelles et des observations qui sont faites systématiquement depuis des dizaines d'années) aura des répercussions significatives tout le long du littoral. Ces impacts affecteront les terres agricoles à cause de l'intrusion saline, le tourisme et les activités de pêche, c'est-à-dire un ensemble de piliers qui soutiennent une partie substantielle de la population et de l'économie marocaine.

Au-delà des conséquences désastreuses qu'une modification drastique du système des «*upwelling*» porterait directement sur l'essentiel des pêcheries de la région, des changements dans la circulation océanique associés à des altérations de température des eaux pourraient conditionner de façon significative la distribution et l'abondance relative de beaucoup d'espèces (situation qui est déjà perceptible aujourd'hui en différentes régions de l'Atlantique, par exemple).

Or tous ces aspects suggèrent l'importance de développer, en temps utile, des efforts pour identifier des alternatives et des solutions d'anticipation et de mitigation à des situations qui, en termes de prévisibilité, ont une probabilité raisonnable de se matérialiser dans un futur proche.

Il n'est pas donc question de seulement renforcer le dispositif de recherche dont on dispose au Maroc (en lui attribuant une autre efficacité) mais de mettre en place un projet qui doit contribuer à l'ouverture de nouveaux champs de recherche.

Enfin, on peut dire que le besoin de développer un programme intégré de recherche en sciences marines est justifié par toute une série de questions de fond qui sont loin d'être résolues comme, par exemple :

- **la situation et les perspectives plausibles d'évolution du potentiel existant de production de richesse**
  - pêcheries (anticipation des changements du système productif traditionnel et identification des alternatives possibles, aussi bien que des régimes d'exploitation applicables de façon responsable et précautionneuse),
  - aquaculture marine et gestion de l'environnement (biodiversité, pathologie, génétique, alimentation artificielle, etc.)
  - géologie des fonds marins et prospection
- **l'innovation qu'il faut accélérer ou développer (en termes de biens ou produits, de méthodologies, ou d'équipements non conventionnels)**
  - biotechnologie (substances naturelles bio-actives, bio-polymères, matériels composites, etc.)
  - nanotechnologie appliquée
  - robotique et systèmes automatiques d'observation, de collecte de données sur les fonds marins et communication à distance «tracking networks»
  - développement de systèmes de propulsion basés sur les énergies alternatives
  - télédétection (satellites et moyens aériens)
- **la formulation de systèmes de gestion intégrés plus solides**
  - planification spatiale (en termes d'occupation diversifiée et de conservation), sans perdre de vue le concept de Large Marine Ecosystems (LMEs)
  - gestion intégrée des zones côtières,
  - gestion adaptée des ressources marines renouvelables

- suivi des systèmes
- développement de modèles intégrés de prévision et d'anticipation
- catastrophes naturelles (anticipation, évaluation et mitigation)

- **l'approfondissement des connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes**

- systèmes complexes (évolution, fonctionnement, etc.) et développement des modèles
- évaluation et perception claire des limites de tolérance biologique et écologique des écosystèmes
- détermination sur des bases plus précises de la valeur du capital naturel aussi bien que celle des services fournis par les écosystèmes
- compréhension approfondie du complexe relationnel océan-atmosphère
- l'incidence de climat et de ses changements sur le comportement des ressources marines (à court et long terme).

## V. Stratégie pour un programme intégré de recherche

### 1. Base conceptuelle

La relation «homme – ressources» ne constitue pas un complexe relationnel fermé, susceptible d'être isolé. Au contraire, c'est un univers bien plus vaste d'influences et interdépendances. D'un côté l'écosystème, c'est-à-dire l'environnement physique et chimique et biotique (représenté par une pléiade d'êtres vivants, la biodiversité) et, de l'autre côté, le complexe relationnel humain dans sa double perspective sociale et économique, c'est-à-dire le sous-système social et le sous-système économique (certainement liés entre eux mais qui ne coïncident pas entièrement).

C'est sur ses bases que l'idée d'un Plan Stratégique a été conçu, en tant qu'une approche systémique fondée sur le besoin d'assurer l'intégration des différentes composantes d'un processus de développement qu'on veut soutenable/durable.

Ce modèle de stratégie est conçu sur la base des idées fondamentales suivantes :

- Vision holistique,
- Perspective systémique et notion d'écosystème,
- Intégration des concepts de développement (sans perdre leur relativité) et de conservation,
- Pondération du système de valeurs<sup>10</sup> et harmonisation des intérêts (qui sont souvent antagonistes),

10. L'esthétique d'un paysage ou la beauté offerte pour la biodiversité ont une valeur qui n'est pas moins importante que celle de l'eau potable ou d'une route. Pendant longtemps, il était difficile d'apprécier la valeur de ces biens immatériels mais ces dernières décades on a appris, au moins indirectement, à mesurer bien mieux ces valeurs : par exemple, à travers le tourisme, les safaris photo ou l'exploitation du loisir (monumentalité des lieux, culture, etc.). Enfin, d'une certaine façon on peut parler d'une victoire de l'intelligence...

- Transversalité des actions,
- Approche précautionneuse, adaptative et flexibilité des modèles de gestion en tant que résultat d'une meilleure connaissance scientifique à chaque moment,
- Établissement de réseaux (thématiques ou non), synergies et stimulation de la complémentarité.

## 2. Vision

Le capital humain marocain représente à la fois une richesse appréciable et une préoccupation majeure en raison du poids élevé de la jeunesse dans l'ensemble de la population, engendrant des déséquilibres considérables vis-à-vis de la capacité d'absorption du marché du travail.

C'est ainsi que le développement d'un Programme Intégré de Recherche sur l'Océan, la Mer et les Zones Côtières (partie intégrante du Système National de Recherche Scientifique et Technique) ne se justifie pas seulement pour son indispensabilité spécifique mais surtout pour ce qu'il peut représenter comme appui à l'économie du pays. Cette dernière est de plus en plus tournée vers l'extérieur (en trouvant de meilleures solutions pour la qualité de la production et pour la qualité et l'organisation du tissu productif), à travers l'ouverture de nouvelles perspectives et l'innovation technologique (en contribuant de façon indispensable à l'élargissement des frontières en matière de connaissances, de culture et de formation des jeunes, des cadres et des élites). Relativement à ces fondements, on considère que :

- l'ensemble du territoire, des eaux continentales, de la zone côtière et des eaux marines sous la souveraineté et la juridiction du Royaume, aussi bien que ses ressources naturelles comme un patrimoine précieux et irremplaçable, grâce à la diversité des biens et des services qu'ils rendent;
- le potentiel exploitable des ressources naturelles existantes dans les eaux douces et marines devra contribuer de façon plus pertinente au développement de l'économie du pays et au bien-être de ses populations. Nous sommes également convaincus que pour atteindre cet objectif, l'eau, les ressources et les paysages doivent être aménagés de façon responsable, en tenant compte des limitations biologiques et écologiques;
- le développement envisagé pour l'économie marocaine doit enraciner ses fondements sur : a) la meilleure connaissance scientifique et technique existante à chaque moment, b) l'intégration des politiques, c) la valorisation des compétences humaines et

d) la compatibilité des options stratégiques avec l'objectif de développement durable à long terme;

- la recherche marocaine doit s'organiser de façon à renforcer, aussi rapidement que possible, la capacité scientifique et technique de qualité, les unités/centres d'excellence et les réseaux de recherche, en encourageant le talent, en promouvant le mérite et en stimulant la capacité de leadership en recherche.

## 3. Principes d'orientation

Les ressources naturelles existantes sont suffisamment abondantes et diversifiées pour justifier une certaine ambition pour le futur mais elles sont aussi limitées, vulnérables et susceptibles de dégradation, raisons pour laquelle l'usage auquel ces ressources seront destinées ne sera pas indifférent. Plus important encore, les incertitudes, la nature et l'extension des risques, déjà significatifs, ont une tendance à s'aggraver.

- Dans ces conditions un certain nombre de principes doit encadrer le choix des projets (leur compatibilité et leur cohérence) :
- le degré de confiance des fondements scientifiques qui soutiendront les recommandations,
- la préoccupation de renforcer la solidité des différentes équipes (esprit de solidarité, co-responsabilité, loyauté, etc.),
- l'attraction de jeunes scientifiques et effort sérieux favorisant les hauts niveaux de qualité individuelle et d'équipe,
- la coopération institutionnelle,
- la bonne gouvernance, etc.

## 4. Principes d'organisation préalable

Groupe de Mission : fixation du modèle d'organisation, définition des méthodologies de travail et choix d'une Commission Indépendante d'Accompagnement et d'évaluation, système de peer-review, etc.

Réseaux multidisciplinarité, coordination, bases de données, disponibilité et partage de moyens, publications, mécanismes de correction (*feed-back*), actions de diffusion et d'information (en incluant ateliers et programmes au niveau de la TV et radio, etc.)

## VI. LES DOMAINES STRATEGIQUES DE RECHERCHE

La mer, l'océan et les écosystèmes côtiers marocains requièrent plus que jamais d'être étudiés dans le cadre d'une approche globale pluridisciplinaire à toutes les échelles, de la côte au large, de la surface aux abysses, afin de combler le déficit en connaissances accumulés par rapport aux milieux terrestres et de l'exploiter selon les règles du développement durable, c'est là tout l'enjeu de la recherche en sciences marines.

La combinaison des différents aspects susmentionnés permet d'identifier toute une série de grands thèmes de recherche avec un impact positif pour l'élaboration d'une politique intégrée et le développement d'une stratégie. Nous citons, à titre d'exemple :

- Fonctionnement des écosystèmes aquatiques et aménagement intégré des ressources et des zones côtières.
- Contrôle de la qualité environnementale.
- Organisation et cadrage de la petite pêche.
- Développement de la biotechnologie et de la bioprospection marines pour valoriser les ressources biologiques.
- Développement d'une aquaculture marine diversifiée et écologiquement plus durable.
- Systèmes complexes et impacts des changements globaux sur les écosystèmes marins.

D'ailleurs ces priorités stratégiques se recoupent en grande partie avec celles reconnues mondialement dans le domaine de la recherche sur les mers et les océans et qui sont : les prédictions du changement climatique et de ses impacts, l'océanographie opérationnelle, l'observation et la surveillance opérationnelle des écosystèmes, les espèces invasives, les impacts anthropiques conjugués dans la zone côtière, les outils de planification spatiale pour la gestion, notamment du plateau continental et des aires marines protégées, et le développement d'indicateurs, de méthodes et de modèles pour assurer des avis intégrés de haute qualité (IFREMER, Plan stratégique 2020).

## VII. Les axes prioritaires du programme intégré de recherche en sciences marines

### 1. Fonctionnement des écosystèmes aquatiques et aménagement intégré des ressources et des zones côtières.

- Analyse de la contribution des différentes composantes marines et évaluation de leur

importance pour l'économie nationale, non seulement du point de vue potentiel productif des écosystèmes aquatiques mais aussi dans l'optique de la prestation de services.

- Fonctionnement des écosystèmes aquatiques et établissement d'un réseau d'unités de gestion des activités marines et des zones de protégées.
- Connaître et caractériser la biodiversité marine et les relations d'interdépendance pour mieux la préserver.
- Identification des vulnérabilités.
- Etablissement de bases scientifiques et de modèles de gestion intégrées, en incluant le développement de SIG (Systèmes d'Information Géographique).
- Rationalisation de l'occupation des sols dans la zone côtière et régulation des usages.
- Récifs artificiels et zones de protection intégrées (sur la base du concept LME, Large Marine Ecosystems ou Grands Écosystèmes Maritimes)

### 2. Contrôle de la qualité environnementale

- Qualité environnementale des eaux marines.
- Définition des indicateurs de qualité environnementale.
- Évaluation de l'impact des activités anthropiques.
- Etablissement de cartes de risques et de programmes de surveillance.
- Écotoxicologie marine et impacts sanitaires de la pollution chimique.

### 3. Organisation et cadrage de la petite pêche

- Programme de recherche expérimentale basé sur la notion des « Aires Marines Protégées » MPA et destiné aux communautés de petits pêcheurs côtiers.
- Contribution des zones protégées au développement socio-économique.
- Stimulation des systèmes de gestion basés sur la co-gestion et la co-responsabilisation.
- Etablissement du réseau des aires marines protégées, etc.

### 4. Développement de la biotechnologie et de la bioprospection marines pour valoriser les ressources biologiques

- Nouvelles sources de molécules d'intérêt économique pour l'industrie.

- Applications dans les différents domaines : médecine, cosmétique, énergie, industrie...
- Valorisation industrielle de la biodiversité marine et de la biomasse marine débarquée.

### 5. Développement d'une aquaculture marine durable

- Choix sur des bases scientifiques et économique des sites et des espèces destinées à une aquaculture diversifiée.
- Connaissance approfondie des espèces destinées à l'aquaculture (génétique, physiologie, reproduction, alimentation, microbiologie...)
- Contrôle de la qualité des produits d'aquaculture.

### 6. Impacts des changements globaux sur les écosystèmes marins

- Nature et extension des impacts sur le milieu et sur la distribution et l'abondance des espèces.
- Conséquences sur les réseaux trophiques marins.
- Altération du système de «upwelling» et ses conséquences sur la pêche.
- Interférence dans les cycles biogéochimiques.
- Effets à long terme.
- Situations anticipées et non anticipées.
- Indicateurs biologiques, écologiques et économiques, etc.
- Vulnérabilité des systèmes côtiers aux situations de catastrophes «naturelles».
- Causes de vulnérabilité et mesures de mitigation.
- Cartes de risque.
- Conséquences pour les communautés humaines, etc.

- Garcia S., Cochrane K. et Van Santen G. Document établi pour le Sommet de la mer. St John's, Terre-Neuve, Canada, 1-6 septembre 1997.
- Ifremer, Contribution à une stratégie nationale de recherche en sciences marines à l'horizon 2020. 30p.
- Kleiche Dray M. et Waast R., 2008. Le Maroc scientifique. Chap. 15 : sciences de la mer et aquaculture. p. 235-248. Eds. PubliSud, Paris, 2008, 312p.
- Ménioui M., 1997. Etude nationale sur la biodiversité : faune marine. Rapp. inédit, PNUE/Minist. Environ. Maroc, 105 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry. World Resources Institute, Washington, DC.
- Pauly D. and Alder J. 2005. Marine Fisheries Systems. In: *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1*, R. Hassan, R. Scholes, and N. Ash, eds. Island Press, Washington, D.C.
- Riadi H., 1997. Etude Nationale sur la Biodiversité : Les algues marines benthiques. Rapp. inédit, PNUE/Minist. Environ. Maroc.
- Vasconcelos Marcelo S., 2008. Oceans and Coasts: the challenge of an integrated policy. *Proceeding of the third annual plenary session*, Hassan II Academy of science and technology. Rabat, February 20-22, 2008. p. 207-231.

\* \* \* \* \*

### VIII. Références bibliographiques

- Assobhei O., 2010. La biodiversité marine : un potentiel à préserver. *Actes de la session plénière de 2010*, Académie Hassan II des sciences et techniques. Rabat, 17-19 Février 2010. p. 163-179.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill RV., Paruelo J., Raskin RG., Sutton P. and van den Belt M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, vol. 387, 15 mai 1997. p. 253-260.

## **Le pôle de compétences REMER : un réseau au service de la recherche en sciences marines \***

### **1. Présentation et objectifs du REMER**

Le pôle de compétences REMER «réseau national des sciences et techniques de la mer» est un réseau thématique de recherche en sciences et techniques marines qui est sous la tutelle du Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique.

Le pôle de compétences REMER est une structure de recherche fonctionnant en réseau regroupant des établissements d'enseignement et/ou de recherche publics à travers leurs compétences nationales pour créer entre ces structures une synergie autour de la thématique de recherche fédératrice du pôle ayant des retombées sur le développement scientifique, technologique, social et économique du pays.

Les établissements sont membres du REMER à travers leurs laboratoires et structures de recherche accrédités menant des travaux de recherche en sciences et techniques de la mer. Le pôle de compétences REMER a été créé en novembre 1996, sous l'impulsion du Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique.

Né de la volonté d'unir les efforts, le REMER a pour objectifs/missions :

- Mener des travaux de recherche dans un esprit fédérateur, de complémentarité, de pluridisciplinarité et de mutualisation du savoir, du savoir-faire, des expériences et des équipements scientifiques.
- Créer une synergie et, à plus ou moins long terme, une masse critique nationale permettant aux laboratoires et structures de recherche accrédités de travailler dans des conditions optimales sur les plans humain et matériel.
- Promouvoir une recherche de qualité en sciences et techniques de la mer permettant une production scientifique et une visibilité de cette dernière à un niveau international.
- Accorder une place importante à la formation par la recherche notamment en encourageant les jeunes à s'investir dans cette dernière.
- Inciter les laboratoires et les structures de recherche accrédités du pôle à s'investir dans la recherche appliquée en fonction des besoins du secteur socio-économique national.

Le pôle de compétences REMER a été créé par l'autorité gouvernementale chargée de la recherche scientifique pour développer une recherche de qualité dans le domaine des sciences et techniques de la mer : domaine intéressant et prometteur pour le développement scientifique, technologique, économique et social du pays. Ce développement

doit se faire à travers la mise en commun des ressources humaines et des moyens financiers et matériels qui permettraient au REMER d'évoluer, à plus ou moins long terme, vers l'excellence.

### **2. Fonctionnement du REMER**

Le point focal national du REMER est domicilié à la Faculté des Sciences, de l'Université Chouaib Doukkali à El Jadida.

M. Omar ASSOBBHEI est désigné coordonnateur national du REMER par les membres du comité de suivi et nommé par le Président et le Chef de l'établissement abritant le point focal national du pôle à savoir l'Université Chouaib Doukkali et la Faculté des Sciences d'El Jadida.

L'organe décisionnel du REMER est son Comité de Suivi (CS). Ce comité est composé du coordonnateur national, du secrétariat du pôle, des coordonnateurs locaux et d'un représentant de la Direction des Sciences.

Le CS discute, délibère et prend des décisions à propos des questions concernant le fonctionnement administratif et scientifique du pôle. Dans cette optique, il :

- définit les priorités de recherche du pôle;
- élabore sa stratégie et sa politique scientifiques;
- élabore son budget, son plan d'action et ses dépenses annuels;
- veille à l'exécution des programmes et projets de recherche conduits par le pôle;
- planifie et organise les manifestations scientifiques;
- définit la nature et le contenu du partenariat avec le secteur socio-économique et avec les établissements et organismes étrangers;
- définit la politique de communication et d'information du pôle et veille à son exécution;
- veille, dans la mesure du possible, à la valorisation des résultats de ses recherches et à leur publication;
- élabore le bilan des activités du pôle;
- statue sur les demandes d'adhésion au pôle;
- constitue des commissions et des comités restreints qu'il charge de la réalisation de tâches bien précises. Les membres de ces commissions ou comités peuvent émaner du CS ou des établissements membres du pôle ou des deux à la fois;
- statue sur la perte de qualité d'établissement membre dans le cas d'absences répétées des coordonnateurs locaux aux réunions du CS ou dans le cas où la présence d'un établissement membre au sein du pôle n'a plus aucune valeur ajoutée pour le développement de ce dernier sur le plan de la recherche et de toutes les autres activités scientifiques.

Le secrétariat du pôle REMER est composé de :

- Pr. Omar ASSOBBHEI,
- Pr. Mohammed MONCEF,
- Pr. Bendahhou ZOURARAH ou  
Pr. Mohammed SAHABI.

\* Fiche établie par Pr. Omar Assobhei, membre associé de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

**Etablissements et leurs structures de recherche membres du REMER**

Etablissement membre	Structure de recherche
Faculté des Sciences, El Jadida	Laboratoire de Biotechnologies Marine et de l'Environnement Laboratoire d'Etudes et d'Analyses Environnementales Laboratoire de Chimie Organique, Bio-organique et Environnement Laboratoire de Géosciences Marines et Sciences du Sol
Faculté des Sciences, Tétouan	Laboratoire de Diversité et de Conservation des Systèmes Biologiques Laboratoire de Cartographie et Gestion Environnementale et Marine
Faculté des Sciences, Kenitra	Laboratoire de Biochimie, Biotechnologie et Environnement Laboratoire de Géosciences appliquées
Faculté des Sciences, Agadir	Laboratoire des Systèmes Aquatiques : milieu marin et continental
Faculté des Sciences et Techniques, Tanger	Laboratoire d'Environnement, d'Océanologie et Ressources Naturelles
Institut Scientifique, Rabat	Laboratoire de Zoologie et d'Ecologie Animale Laboratoire de Géophysique
Institut National d'Hygiène, Rabat	Laboratoire de Microbiologie Alimentaire Département de Toxicologie et d'Hydrologie
Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca	Département des Ressources Naturelles Département d'Océanographie et Aquaculture Département de Qualité et Salubrité du Milieu Marin
Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat	Service Océanographie, Climat et Pêche
Centre National de l'Energie, des Sciences et Techniques Nucléaires, Rabat	Unité Radioécologie, Erosion et Datation

**Représentants des établissements membres du REMER et leurs remplaçants**

Etablissement d'appartenance	Coordonnateurs locaux et leurs remplaçants
Centre National de l'Energie, des Sciences et Techniques Nucléaires, Rabat	M. Moncef BENMANSOUR Remplaçant : M. Abdelmoughit LAISSAOUI
Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat	M. Hassan ARID Remplaçant : M. Abderrahman ATILLAH
Faculté des Sciences et Techniques, Tanger	M. Bouchta EL MOUMNI Remplaçant : M. Abdelkrim EL ARRIM
Faculté des Sciences, Agadir	Mme Rachida MIMOUNI Remplaçant : Mme Bouchra YACOUBI
Faculté des Sciences, El Jadida	M. Bendahhou ZOURARAH Remplaçant : M. Mohammed SAHABI
Faculté des Sciences, Kénitra	M. Abderrahman AIT FORA Remplaçant : Mme Laila BENNASSER
Faculté des Sciences, Tétouan	M. Brahim EL MOUTCHOU Remplaçant : M. Younes SAOUD
Institut National d'Hygiène, Rabat	M. Abdallah ELABIDI Remplaçant : M. Bouchaïb BENBAKHTA
Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca.	M. Omar ETTAHIRI Remplaçant : M. Ali BENHRA
Institut Scientifique, Rabat	M. Mohamed FEKHAOUI Remplaçant : M. Mohammed DAKKI

**Thématique générale du REMER et sous thématiques de recherche**

La thématique générale du pôle REMER concerne les sciences et techniques de la mer. Les sous thématiques traitées par le REMER sont :

- Etude des écosystèmes marins et côtiers.
- Biotechnologie marine, valorisation des ressources et aquaculture.
- Géosciences marines, Aménagement et gestion intégrée du littoral.
- Pollution marine, écotoxicologie et environnement marin.

**Potentiel humain du REMER :**

Laboratoires/Equipes	Effectif des Enseignants chercheurs/Chercheurs	Effectif des Doctorants
Faculté des Sciences, El Jadida - Laboratoire de Biotechnologies Marine et de l'Environnement - Laboratoire d'Etudes et d'Analyses Environnementales - Laboratoire de Chimie Organique, Bio-organique et Environnement - Laboratoire de Géosciences Marines et Sciences du Sol	37	32
Faculté des Sciences, Tétouan - Laboratoire de Diversité et de Conservation des Systèmes Biologiques - Laboratoire de Cartographie et Gestion Environnementale et Marine	14	10
Faculté des Sciences, Kénitra - Laboratoire de Biochimie, Biotechnologie et Environnement - Laboratoire de Géosciences appliquées	□□	□□
Faculté des Sciences, Agadir - Laboratoire des Systèmes Aquatiques : milieu marin et continental	09	08
Faculté des Sciences et Techniques, Tanger - Laboratoire d'Environnement, d'Océanologie et Ressources Naturelles	09	08
Institut Scientifique, Rabat - Laboratoire de Zoologie et d'Ecologie Animale - Laboratoire de Géophysique	08	06
Institut National d'Hygiène, Rabat - Laboratoire de Microbiologie Alimentaire - Département de Toxicologie et d'Hydrologie	15	--
Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca - Département des Ressources Naturelles - Département d'Océanographie et Aquaculture - Département de Qualité et Salubrité du Milieu Marin	30	--
Centre Royal de Télédétection Spatiale, Rabat - Service Océanographie, Climat et Pêche	4	--
Centre National de l'Energie, des Sciences et Techniques Nucléaires, Rabat - Unité Radioécologie, Erosion et Datation	4	--
<b>TOTAL</b>	<b>152</b>	<b>78</b>

**3. Quelques réalisations du pôle de compétences REMER**

Depuis sa création, le Réseau National des Sciences et Techniques de la Mer «REMER» a eu à son actif grâce au soutien de la coopération franco-marocaine, plusieurs réalisations sur les plans scientifique et organisationnel. Le REMER a, entre autres, organisé plusieurs ateliers scientifiques dans le but d'établir un bilan des travaux scientifiques réalisés sur les côtes marocaines aussi bien atlantiques que méditerranéennes. Cette synthèse a contribué au choix de la thématique du projet fédérateur du réseau intitulé «Connaissance et utilisation durable des **Lagunes Marocaines**» LagMar. C'est un projet d'envergure nationale qui concerne les principales lagunes du pays et implique de façon coordonnée et concertée tous les établissements membres du REMER en adoptant une approche pluridisciplinaire. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une série de documents qui sont en cours d'édition. Un système informatique (base de données et SIG) sur les lagunes marocaines (SILM) est conçu dans le cadre du projet LagMar grâce à un financement via le Département de l'enseignement supérieur, de la formation des cadres et de la recherche scientifique. Le système SILM permettra une utilisation judicieuse et aisée des résultats du projet par les chercheurs et les opérateurs socio-économiques.

Le REMER a réalisé plusieurs actions de recherche (une dizaine chaque année) sur les le fonctionnement des écosystèmes marins et côtiers dans le cadre de sa coopération bilatérale avec la France ou européenne. Il a par ailleurs, contribué à l'organisation de la première campagne de recherche océanographique PROTIT avec des moyens nationaux. Cette campagne à été dédiée au plateau continental marocain (plateau du Tit sur les côtes des Doukkala).

Le REMER a participé directement ou indirectement (via ses laboratoires membres) à plusieurs projets internationaux. A titre d'exemple le REMER a activement contribué à la mise en place de l'observatoire marin atlantique dans le cadre d'un projet financé par l'Union Européenne via la coopération transfrontalière Maroc-Espagne. ...

Le REMER a organisé ou co-organisé de nombreuses rencontres scientifiques nationales et internationales dont certaines au profit du secteur socio-économique (congrès, ateliers, écoles thématiques, rencontres nationales...). Le REMER représente le Maroc dans plusieurs instances internationales versées dans le domaine des sciences marines (COI- ABELOS II, IODE-COI, CIESM, AFRIMAR, ...) et effectue les expertises des demandes d'autorisation de navigation dans les eaux territoriales pour les navires de recherche océanographiques...



## **Session Plénière Solennelle 2011**

## PROGRAMME DE LA SESSION PLENIERE SOLENNELLE

## CÉRÉMONIE D'OUVERTURE

**Discours d'ouverture du Secrétaire Perpétuel**  
Omar Fassi-Fehri

**La chimie face aux enjeux du développement durable : présentation du thème principal de la session**  
Jean-Jacques Bonnet

**Allocution du Ministre de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies**  
Ahmed Réda Chami

**From sun and water to hydrogen : new (photo) catalysts for fuel cells and electrolyzers**  
Marc Fontecave

## SEANCE SUR LE THEME GENERAL DE LA SESSION

**L'évolution, les récentes avancées et les défis futurs de la chimie**  
Mostapha Bousmina

**Potentialités et défis de la catalyse hétérogène dans le domaine de l'énergie**  
Mahfoud Ziyad

## PANEL I : CHIMIE VERTE ET DEVELOPPEMENT DURABLE

**Apport de la chimie et du génie des procédés au développement durable**  
Jean Pierre Dal Pont

**Enjeux environnementaux de l'agrochimie au Maroc**  
Omar Assobhei

**Le phosphate marocain : un catalyseur propre pour le développement durable**  
Saïd Sebti

## PANEL II : CHIMIE ET SANTÉ

**Les dendrimères phosphorés et leurs applications : illustration de l'apport de la chimie en biomédecine et science des matériaux**  
Jean Pierre Majoral

**Chimiothèques et criblage moléculaire: éléments clés de la découverte de nouveaux médicaments**  
El Mokhtar Essassi

**Nouvelle approche thérapeutique dans le traitement de la maladies d'Alzheimer**  
Bernard Meunier

## PANEL III : CHIMIE ET INDUSTRIE - Exemples de la France, de l'Allemagne et du Maroc

**La chimie, une science au coeur des énergies d'avenir**  
Hervé Bernard

**De l'intéressant à l'utile : l'apport des solides poreux à la société**  
Gerard Férey

**Chemistry in Germany - facts and challenges**  
Michael Dröscher

**Chimie et parachimie au Maroc : Filières économiques et potentiel scientifique et technologique**  
Mohamed Smani

**Le rôle de la R&D dans le développement futur de l'industrie des phosphates**  
Abdelaali Kossir

**Le rôle de l'industrie des phosphates dans le développement du secteur de la chimie au Maroc**  
El Moutaouikil El Baraka

## SEANCE SUR «MODELISATION ET SYNTHESE EN CHIMIE»

**Computational materials discovery**

Berend Smit

**Mathematical modelling in drug development**

Taib Ziad

**Modélisation et simulation quantiques en chimie : une expérience marocaine**

Najia Komaha

**Modélisation des nanostructures carbonées**

Abdelali Rahmani

**Étude physico-chimique de mortiers de ciments à ajouts de colorants minéraux et de poudres de caoutchouc**

Ali Boukhari

**How to improve properties of a biobased polymer for high tech applications: polylactic acid (PLA)**

Abderrahim Maazouz

## Présentation du rapport d'activité 2010-2011

## Réunion des collèges scientifiques

## Clôture de la session plénière

## Discours du Secrétaire Perpétuel à l'ouverture de la session plénière solennelle 2011

Pr. Omar FASSI-FEHRI

Secrétaire perpétuel  
de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques



**Messieurs les Ministres,  
Excellences,  
Honorables invités,  
Mesdames & Messieurs les Académiciens,  
Mesdames, Messieurs,**

C'est toujours avec un sentiment de joie fébrile que les membres de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques se rencontrent à l'occasion des sessions plénières solennelles annuelles, pour s'acquitter d'une des plus importantes tâches de leur prestigieuse institution, celle de réunir de façon régulière l'ensemble de ses membres avec pour objectif de développer la concertation et l'échange entre la communauté scientifique nationale et des personnalités scientifiques étrangères de premier plan, sur des questions majeures qui préoccupent nos sociétés, et d'apporter un nouvel éclairage sur l'état et les avancées de la science, et aussi de discuter des moyens appropriés permettant de mettre les résultats de la science au service du développement du pays.

**Excellences,  
Mesdames, Messieurs,**

Notre session plénière solennelle se tient exactement une semaine après le Discours historique prononcé, le mercredi dernier, par Sa Majesté Le Roi Mohammed VI, que Dieu L'assiste, annonçant une réforme constitutionnelle de grande envergure, résolument tournée vers l'avenir, et confortant davantage encore le Maroc, dans sa volonté d'assurer le bien être de ses citoyens dans un pays de liberté, de démocratie et d'Etat de droit.

Les hommes et femmes de science que nous sommes, tant attachés par éthique aux principes des libertés académiques, rendent un hommage appuyé aux décisions Royales et aux orientations fixées par Sa Majesté garantissant toujours plus de liberté pour le peuple marocain.

**Excellences,  
Mesdames, Messieurs,**

Avec la Haute Approbation de Sa Majesté Le Roi, le thème choisi pour cette session plénière solennelle est «**la chimie face aux enjeux du développement durable**». Nous voulons à cette occasion exprimer notre profonde gratitude et nos remerciements déferents à Sa Majesté Le Roi, pour l'intérêt qu'il porte aux activités de notre Compagnie et pour Sa

bienveillante sollicitude qui nous est si chère et dont nous espérons être dignes.

Le choix «la chimie face aux enjeux du développement durable» comme thème de notre session s'explique certes par la décision prise lors de sa 63<sup>ème</sup> session en Décembre 2008 par l'Assemblée Générale des Nations Unies de faire de 2011 «l'année internationale de la chimie», année qui commémore aussi le centenaire du prix Nobel de chimie attribué en 1911 à la femme de science exceptionnelle que fut Marie Curie (Sklodowska) pour ses travaux sur le polonium et le radium ; notre choix s'explique aussi, et je dirai surtout, par l'importance de la chimie dans le développement de notre pays.

La chimie est par excellence la science de la transformation de la matière; elle modifie, transforme et crée des molécules pour doter le matériau final de propriétés plus ou moins contrôlées pour des applications ciblées.

Les nouveaux concepts de la chimie alliés aux nouveaux développements dans les autres branches de la science ont rendu celle-ci inter et multidisciplinaire, combinant la synthèse, la caractérisation et la modélisation et un va-et-vient entre ces différentes opérations avec des applications en physique, en biologie (biochimie), en médecine, en pharmacie, en sciences de la terre et de la mer, en génétique, en sciences des matériaux, en électronique, en agriculture, etc. Nous devons à la chimie moderne la plupart des avancées thérapeutiques, et des progrès incontestables sur les plans alimentaire et technologique. Cette science a révolutionné la fabrication des médicaments, des vêtements, des cosmétiques, mais aussi la diffusion de l'énergie et la fabrication des appareils technologiques. Et comme l'a si bien souligné Jean-Marie Lehn, lauréat français du prix Nobel de chimie en 1987, dans un de ses articles récents «un monde privé de chimie serait un monde sans matériaux de synthèse, donc sans téléphone, sans ordinateur, sans aspirine, sans savon, sans shampoing, sans dentifrice, sans cosmétiques, sans papier donc sans journaux ni livres...». La chimie est au cœur du progrès social, économique et environnemental.

La chimie est donc omniprésente dans notre vie quotidienne, il est essentiel de mieux la connaître pour mieux l'utiliser. Développer la recherche scientifique en chimie et diffuser ses apports en termes de développement durable constituent aujourd'hui des enjeux de première importance.

Pour en débattre au cours de cette session, l'Académie a décidé de faire appel à des experts nationaux et internationaux et à des chercheurs scientifiques universitaires, à des ingénieurs chimistes et à des acteurs du monde économique, notamment des industriels de la chimie, de la parachimie et des mines; au cours de cette session, nous aurons le plaisir de les écouter, et l'occasion de débattre avec eux de ces questions.

### **Excellences, Mesdames, Messieurs,**

Depuis la dernière session plénière solennelle, nous avons poursuivi la mise en place du plan d'action de l'Académie, lui permettant de mener à bien les différentes missions fixées par le Dahir de sa création, et de contribuer, dans la limite de ses moyens, au développement scientifique et technologique du pays.

Ainsi, l'Académie a poursuivi sa mission de promotion de la recherche scientifique et technique, en procédant au suivi et à l'évaluation des projets de recherche qu'elle finance depuis 2008. L'appel d'offres lancé en 2007-2008, dans le cadre duquel une quinzaine de projets ont été élus, a déjà conduit à des résultats plus que probants avec 46 articles publiés dans des revues indexées, 29 doctorats soutenus, 88 masters obtenus et 1 brevet enregistré. Les résultats de l'appel d'offres lancé en 2010 seront proclamés dans quelques semaines, leur évaluation venant d'être achevée.

Au cours de l'année écoulée, l'Académie a organisé une session plénière sur «les maladies émergentes et ré-émergentes et menaces pandémiques», et deux sessions ordinaires, l'une sur «l'enseignement des sciences», l'autre sur «l'ingénierie marocaine : enjeux et stratégies de développement».

La session sur l'enseignement des sciences a conduit l'Académie à apporter tout son appui à la stratégie mise en place par le Ministère de l'Éducation, et visant à améliorer et développer l'enseignement des sciences et des technologies dans nos écoles.

Pour encourager la culture scientifique et sensibiliser les jeunes à l'esprit scientifique et aux métiers scientifiques, l'Académie a organisé en novembre la 5ème édition des journées «les jeunes et la science au service du développement» sur le thème central de la biodiversité, en collaboration avec les Académies Régionales de l'Éducation et de la Formation. Cette édition a permis, dans différentes villes du Royaume, d'associer quelques 10000 élèves et 200 enseignants à ces journées. Nous comptons élargir encore davantage cette activité à travers les villes et villages du Royaume.

Dans le cadre de la convention de partenariat signée avec le Ministère de l'Éducation Nationale, l'Académie a développé, à partir de septembre 2010, une politique d'encouragement de l'excellence en accordant des allocations d'excellence à huit lauréats du concours général en sciences et techniques, organisé pour les meilleurs bacheliers dans les filières scientifiques et techniques, espérant par là qu'à l'issue de leur cursus universitaire, au moins certains de ces élèves, qui sont parmi les meilleurs des lauréats de notre système éducatif, viennent renforcer ce système et la recherche scientifique nationale, en s'engageant dans ce métier si noble et si passionnant.

Un des engagements que nous avons pris lors de notre précédente session (2010), celui de créer un journal scientifique, comportant des articles originaux du meilleur niveau, est depuis cette semaine chose faite - son nom est «Frontiers in Science and Engineering»; il

sera semestriel; il vient s'ajouter aux autres publications déjà assurées par notre Académie, la Lettre de l'Académie (trimestrielle), le Bulletin d'Information de l'Académie (semestriel) et les Actes des sessions plénières solennelles ou ordinaires.

Sur le plan international, l'Académie a poursuivi son action en développant des liens de coopération bilatérale et multilatérale, et en renforçant la présence de la recherche marocaine à l'échelle internationale. Elle vient ainsi d'être élue à la vice présidence du NASAC africain (réseau africain des académies des sciences); elle a également participé aux grandes réunions internationales scientifiques tenues en 2010, celle de l'IAP à Londres, celle de la TWAS à Hyderabad (Inde), ainsi qu'aux activités initiées par le GID; elle vient de participer en janvier dernier à l'UNESCO (Paris), sur invitation spéciale de l'UICPA (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée), au lancement de l'année internationale de la chimie. En septembre de cette année, la TWAS tiendra son Assemblée générale à Marrakech (plus de 700 personnes).

Ce sont là quelques unes des actions menées par notre Institution durant l'année 2010; l'ensemble et le détail des actions menées durant l'année écoulée seront présentés et discutés lors de la séance prévue à cet effet le Vendredi 18 mars au matin.

### **Excellences, Mesdames, Messieurs,**

Je voudrais présenter mes remerciements les plus chaleureux à Monsieur le Ministre de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies pour sa participation active avec nous à cette cérémonie d'ouverture, à toutes les personnalités qui nous ont honorés de leur présence à l'ouverture de nos travaux. Je remercie également les éminentes personnalités scientifiques, de l'extérieur et de l'intérieur du Royaume, qui ont accepté notre invitation et qui vont présenter des conférences ou des communications scientifiques au cours de cette session. Je leur souhaite la bienvenue parmi nous. Mes vifs remerciements s'adressent également à nos collègues africains, membres du NASAC qui nous honorent de leur présence. Mes remerciements vont également au Secrétaire Perpétuel de l'Académie du Royaume et à tout le personnel de cette Institution pour l'aide permanente qu'ils apportent à notre Académie.

Je voudrais aux termes de cette allocution saluer toutes les instances de notre Académie et tout son personnel administratif et technique pour leur mobilisation permanente au service de notre Académie, et notamment pour leurs efforts consentis dans la préparation de cette session.

Souhaitons sa réussite, et à notre Académie d'agir en vue de se rapprocher toujours plus de l'objectif qui lui a été fixé par son Protecteur, Sa Majesté Le Roi, «servir le pays et contribuer au développement de la science mondiale».

Je vous remercie pour votre attention.

## Rapport de synthèse de la session plénière solennelle 2011

### Panel I : «Chimie verte et développement durable»

Ce panel, modéré par Pr. Tijani Bounahmidi, membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques et professeur à l'Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Université Mohammed V-Agdal, Rabat, a comporté trois présentations, de 30 mn chacune, suivies d'un débat d'une trentaine de minutes, qui sont :

- **«Apport de la chimie et du génie des procédés au développement durable»** par M. **Jean Pierre Dal Pont**, Président de la Société Française du Génie des Procédés, France.
- **«Enjeux environnementaux de l'Agrochimie au Maroc»** par Pr. **Omar Assobhei**, membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, professeur à l'Université Chouaib Doukkali, El Jadida, Maroc.
- **«Moroccan phosphate: a clean catalyst for sustainable development»** par Pr. **Said Sebti**, professeur à l'Université Hassan II, Mohammedia, Casablanca, Maroc.

#### 1. Apport de la Chimie et du Génie des Procédés au développement durable (Dr. Dal Pont)

Dr. Dal Pont a commencé sa conférence en présentant les principaux problèmes actuels de l'humanité relevés lors des travaux de la cérémonie d'ouverture de l'année internationale de la chimie, organisée par l'UNESCO à Paris les 27 et 28 janvier 2011 : l'eau, l'énergie, la pression sur l'environnement due à l'accroissement de la démographie, les perturbations dont le réchauffement climatique, les mégapoles et l'épuisement des ressources fossiles. L'acuité de ces problèmes peut être illustrée par le rythme de la consommation mondiale qui équivaut à 1,7 fois la production de la planète terre. Ce constat exige la remise en question des pratiques actuelles et appelle à l'élaboration d'un nouveau mode de développement, celui du développement durable.

##### 1.1. Naissance d'une prise de conscience internationale

Dr. Dal Pont a ensuite rappelé la définition du développement durable en se basant sur le triangle équilatéral, utilisé dans la littérature Anglo-Saxonne, dont les trois sommets constituent chacun l'une des trois cibles principales du développement durable: People (société), Profit (économie) et Planet (environnement) (3P). Les pratiques du développement durable (DD) devraient permettre de trouver un compromis pour satisfaire au mieux possible les exigences des 3P simultanément : un développement

socialement souhaitable, économiquement viable et écologiquement acceptable. Autrement dit, le point de fonctionnement du DD ne doit pas se situer à l'un des sommets du triangle mais à l'intérieur de celui-ci comme représenté par la figure ci-dessous.

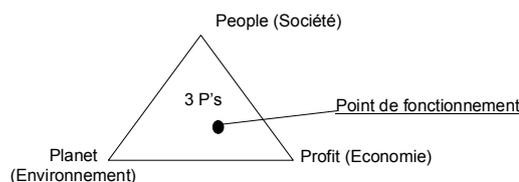


Figure 1 : Principes du Développement Durable

Le développement du concept du DD est une conséquence d'une prise de conscience internationale illustrée notamment par les travaux de Rachel Carson (1907-1964) dont «The Sea around us» (1951) et «Silent Spring» (1962).

Cette prise de conscience s'est accentuée avec le temps et a contribué au développement des méthodologies et des principes susceptibles de mettre en œuvre le concept du DD. C'est ainsi que les principes de «Green Chemistry» et «Green Engineering» ont vu le jour à l'initiative de l'American Chemical Society et de l'American Institute of Chemical Engineers en 1993 et 2004, respectivement. Des principes analogues se sont développés à travers la planète qui est un monde fini où il n'existe plus de barrières à la communication, aux échanges et à la pollution. De même, une nouvelle vision de l'entreprise est née. Elle vise à répondre aux besoins de ses «Stakeholders» qui ne se limitent plus à la maximisation du profit.

##### 1.2. Chimie - Génie des procédés et développement durable : les acquis

Après avoir souligné l'importance de la chimie pour toutes les activités humaines, scientifiques et industrielles, il a regretté l'amalgame fait par l'opinion publique entre la chimie, en tant que science, et ses produits et usines auxquels une image négative est associée en tant que source de pollution de l'environnement et de risques pour la sécurité et l'hygiène. Il n'en reste pas moins que «la chimie est la mère de toutes les sciences» et que «l'industrie chimique est la mère de toutes les industries».

Grâce au Génie des Procédés qui constitue une extension des méthodes du Génie Chimique à toutes les industries de transformation de la matière et de l'énergie, le processus d'industrialisation des produits chimiques est de plus en plus maîtrisé à tel point que les industries des procédés sont devenues parmi les industries les plus sûres avec moins d'un accident pour un million d'heures de fonctionnement,

alors que ce taux de fréquence était de 25 il y a une dizaine d'années environ.

Le processus d'industrialisation comporte plusieurs étapes schématisées sur la figure suivante :

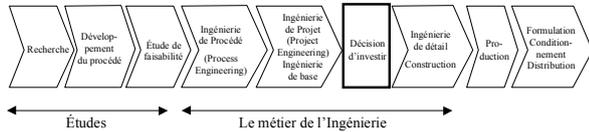


Figure 2 : Processus d'industrialisation

La maîtrise de ce processus est acquise grâce à un ensemble d'outils et méthodes développées et/ou mises en œuvre par le Génie des Procédés durant les cinquante dernières années :

- Le Management de Projet, institutionnalisé aux Etats-Unis dans les années 1960,
- Le PERT (Program Evaluation and Review Technique), utilisé dès 1957,
- Le PMI (Project Management Institute), fondé en 1969,
- Les méthodes d'assurance sécurité mises en place à partir des années 1970 (la méthode HAZOP a été développée en 1965 par ICI),
- Les techniques d'amélioration continue,
- Les systèmes de management de qualité,
- Les systèmes de management de sécurité,
- l'ergonomie,
- les méthodes d'économie d'énergie,
- Les méthodes de protection de l'environnement.

### 1.3. Préparer demain

Après cette description des méthodes et outils du Génie des Procédés déjà mis en œuvre pour les besoins du DD et les performances atteintes dans ce domaine, Dr. Dal Pont a présenté ce que la Chimie et le Génie des Procédés sont en train de mettre en place pour relever les défis en la matière, décrits plus haut.

Ainsi, il a souligné l'importance de bien mettre en application les outils de management qui sont devenus classiques pour les différentes phases du processus d'industrialisation dont la Systémique, l'Analyse de la Valeur notamment l'Analyse Fonctionnelle et l'Analyse Pareto.

Les outils et méthodes plus spécifiques au Génie des Procédés doivent être aussi mis en œuvre : le Management de projet, la modélisation et la simulation, la notion de barrière en sécurité, l'intégration des concepts de la FMDS (fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité) et l'évaluation des projets de recherche en amont.

En vue d'un processus d'industrialisation respectueux des principes du DD, des outils et méthodes appropriées doivent être appliquées aux différentes phases de ce processus et ce, depuis la phase de recherche pour la synthèse d'un nouveau produit, jusqu'à la fin du cycle de vie de celui-ci.

Les techniques de l'analyse de la valeur, de l'analyse fonctionnelle et d'évaluation de projets de recherche couplées aux principes de chimie verte (Green Chemistry) seront mises en œuvre pour élaborer, lors de la phase-recherche, un produit à valeur d'usage susceptible de permettre un développement industriel durable.

Ces mêmes méthodes, combinées aux principes de l'ingénierie verte (Green Engineering), aux autres techniques de Management et de Génie des procédés précitées peuvent être employées dans le développement du procédé. Ces méthodes ainsi que d'autres dont l'analyse du cycle de vie seront appliquées aux autres phases du processus d'industrialisation susmentionné.

Pour la préparation de demain, Dr. Dal Pont a mentionné l'action SusChem initiée en 2004 par la Commission Européenne pour mettre la chimie au service du DD. La déclinaison de cette action au niveau de la France est menée par SusChem-France qui s'est fixée pour objectif de " placer la chimie au cœur de l'innovation en tant que fournisseur de solutions face aux enjeux sociétaux et environnementaux "(Paul-Joël Derian, Chairman de SusChem). **Huit grands axes** ont été privilégiés :

- Matières premières renouvelables-biosourcées (carbone renouvelable)
- Chimie et recyclage,
- Matériaux avancés,
- Chimie et énergie (stockage, nouveaux matériaux),
- Procédés Eco-efficients (méthode d'ingénierie, référentiels),
- Analyse, évaluation des impacts (Toxicologie - Ecotoxicologie),
- Eco conception (ACV),
- Innovation.

La préparation de demain passe aussi par une nouvelle ingénierie de l'usine de demain ou du futur. Pour ce faire, il faudra tenir compte de la typologie des outils industriels et des projets : Industries de procédé, Industries manufacturières, continu, discontinu, mono-produit, multi-produits, taille, secteurs d'activité (Bio, Industrie minière ), Projets de quelques kilo euros au milliard d'euros. Comme il faudra aussi que l'outil de production soit conçu en respectant les principes de l'ingénierie verte et être au service de la société tout en étant modulable, recyclable, flexible, voir transportable,... Il y a donc lieu de mettre en place une écologie industrielle

qui réconcilie l'homme, la nature et les outils de production.

La préparation de demain nécessite aussi de reconsidérer le concept de l'entreprise tel qu'il est encore actuellement appliqué dans la majorité des cas : celui basé sur les modèles inspirés de ceux issus de la révolution industrielle et développés par Frederick Taylor, Henri Fayol, Henry Ford, Thomas A. Edison et Toyota, entre autres. L'entreprise de demain devra intégrer le concept du DD dans sa stratégie, être socialement responsable, fournir des solutions plutôt que des produits et ce, en développant de nouvelles relations avec ses clients, et être adepte du progrès continu en appliquant des méthodes appropriées.

Enfin, préparer demain doit aussi se traduire en une adaptation de la société aux besoins en changements, définis plus haut, et qui font des systèmes de production des systèmes complexes constitués d'éléments fortement interconnectés où le bon management des savoirs et technologies joue un rôle clé dans leur gestion efficiente à travers le développement de nouvelles techniques et de nouveaux métiers qui intègrent la connaissance de l'homme et de la nature. Ce qui rend indispensable l'intégration des Sciences Humaines et Sociales et des Sciences de la Terre aux cursus de formation d'ingénieurs.

Dr. Dal Pont a fini son exposé en citant Thomas Alva Edison : "chemistry is our future" et le futur aujourd'hui c'est déjà demain.

## 2. Enjeux environnementaux de l'agrochimie au Maroc (Pr. Assobhei)

L'exposé du Pr. Assobhei traite de la durabilité de l'agriculture, en général, et de la durabilité des produits chimiques utilisés dans ce secteur d'activité, en particulier.

Globalement, cet exposé présente les principaux axes suivants : l'importance et la durabilité de l'industrie chimique, la durabilité de l'agriculture, la durabilité des pesticides et des engrais inorganiques utilisés dans l'agriculture et enfin quelques exemples montrant l'apport des Biotechnologies à l'amélioration de la durabilité de l'agriculture.

### 2.1. Durabilité de l'industrie chimique

Pr. Assobhei a commencé son exposé par une définition de la durabilité industrielle : une industrie est durable si elle est économiquement viable, compatible avec l'environnement et socialement responsable. La durabilité industrielle exige des produits plus durables et moins toxiques, facilement recyclables et biodégradables, dérivés autant que possible de ressources renouvelables ne générant pas ou peu de gaz à effet de serre et utilisant des procédés de production soutenables.

Par procédé de production soutenable, Pr. Assobhei entend un procédé plus profitable parce qu'il permet d'éviter le gaspillage des ressources et de l'énergie, ayant un impact minimal sur l'environnement (GES et polluants), permettant une utilisation plus efficace et plus importante des ressources renouvelables et diminuant la dépendance des ressources non renouvelables.

Une fois posées ces définitions, Pr. Assobhei a mis en exergue le rôle important joué par la chimie dans la civilisation humaine actuelle. Il a présenté des statistiques datant du début de ce siècle pour illustrer cette importance en terme de nombre de produits chimiques commercialisés et de la taille du marché de l'industrie chimique qui représentait deux fois la taille du marché des télécom et qui se classait, en tant qu'industrie manufacturière, seconde après l'industrie automobile. Cependant, l'industrie chimique présente des risques non moins importants illustrés par Pr. Assobhei à l'aide de statistiques datant de 2002 (exposition à certaines substances toxiques : 340 000 décès par an; empoisonnement aux pesticides : trois millions d'intoxications aiguës graves par an et 220 000 décès par an).

Ces risques qui affectent surtout les pauvres et les enfants, sont dus au caractère non durable de l'industrie chimique : utilisation excessive des ressources énergétiques non renouvelables dans des procédés de fabrication préjudiciables à l'environnement, pouvant présenter un danger, générateurs de produits toxiques et de déchets difficilement recyclables et dégradables après leur cycle de vie. Cet handicap de manque de durabilité met l'industrie chimique au banc d'accusation, la poussant à fournir des efforts constants en faveur de solutions vertes. Pr. Assobhei souligne l'importance du potentiel des biotechnologies pour l'élaboration de telles solutions.

### 2.2. Durabilité de l'agriculture

Pr. Assobhei a présenté ensuite les enjeux de l'agriculture dont l'un des défis essentiels est de nourrir une population à démographie galopante estimée à 8 milliards à l'horizon 2030. La révolution verte (1944-1970) développée dans ce sens a donné lieu à une agriculture productiviste intensive caractérisée par un accroissement spectaculaire de la productivité et ce, grâce à la mise au point, l'intensification et l'utilisation de variétés de céréales à hauts potentiels de rendements (blé, riz...), à l'utilisation d'engrais minéraux et de produits phytosanitaires, à la mécanisation et à l'irrigation.

Les modes de production agricole adoptés pour la révolution verte ont eu des conséquences écologiques néfastes : salinisation, désertification et érosion des sols, pollution importante de l'environnement, contribution à la diminution de la biodiversité, utilisation excessive de l'énergie fossile et de l'eau, impact sur la santé et la qualité nutritionnelle des

aliments. Ces modes de production non durables devraient être remplacés par des modes donnant lieu à une agriculture raisonnée et de qualité permettant d'améliorer et de soutenir des hauts rendements agricoles, d'améliorer les semences de la révolution verte, à forte dépendance des engrais et pesticides, et de préserver l'environnement, les ressources naturelles et la qualité des produits.

### 2.3. Durabilité des produits agrochimiques

Pr. Assobhei a traité de la durabilité des pesticides et des engrais. Après avoir dressé des statistiques sur l'usage et l'importance commerciale de ces deux familles de produits, il a présenté les principaux produits de chacune de ces deux familles ainsi que leurs caractéristiques et leurs impacts écologiques. Ci-après les éléments saillants pour les pesticides et les engrais, successivement.

#### 2.3.1. Les pesticides

La valeur commerciale des pesticides consommés annuellement est de 1,6 milliard de dollars (données 2002). La France qui en est le premier exportateur mondial en est le deuxième consommateur avec 100.000 tonnes par an. Le Maroc en importe 9000 tonnes par an dont 50% environ sont utilisées pour les cultures maraîchères et agrumes, le reste est employé pour les autres usages agricoles (protection des autres cultures, de la forêt et lutte contre les moineaux, les rongeurs et le criquet pèlerin), la santé publique (désinfection, désinsectisation et dératisation) et la santé animale (hygiène des locaux et protection des animaux contre certains insectes). Ces différentes statistiques sont relatives à l'année 2002.

Au Maroc, des études d'impact des insecticides sur l'environnement, quoique rares, permettent de mettre en évidence un impact important sur l'environnement :

- ils constituent la deuxième cause d'intoxication au Maroc, soit 2179 cas d'intoxications entre 1995 et 1999, ce qui représente 8% du total des cas recensés, avec un taux de mortalité élevé (2,8% du total des mortalités par intoxication)
- 0,5 à 1% des produits phytosanitaires rejoignent les cours d'eau au niveau du Gharb.

En France, des études montrent que :

- 20% de la population française consomme une eau de boisson dont la teneur en pesticides dépasse les normes ;
- 91% des points contrôlés dans les eaux de rivière sont contaminés et ce pourcentage est de 55% pour les eaux souterraines;
- 54 % des échantillons de fruits et légumes sont pollués par les pesticides (la moyenne européenne étant de 36 %);

- 25 à 75% des pesticides épandus s'évaporent et se retrouvent dans l'air et l'eau et font le tour de la planète;
- Tout adulte européen a accumulé entre 300 et 500 produits chimiques industriels.

#### 2.3.2. Les engrais

Pour augmenter la production végétale d'environ 30 à 80%, plusieurs millions de tonnes d'engrais sont utilisés annuellement dans le monde fournissant des nutriments aux plantes ou modifiant la fertilité du sol ou, encore, corrigeant les facteurs limitant les rendements.

Globalement, il existe deux grandes familles d'engrais : les engrais organiques, composés de matière organique végétale ou animale, et les engrais inorganiques, composés de produits chimiques synthétiques et/ou de minéraux. Ils fournissent, dans des proportions variables : les 3 macronutriments primaires (N, P et K), les 3 macronutriments secondaires (Ca, S et Mg) et les micronutriments (B, Cl, Mn, fer, Zn, Cu, Mo et Se).

Le tableau suivant indique le degré d'utilisation des engrais inorganiques dans les pays développés et en développement, en 1961 et 2000 (FAO, 2003).

	Kg / hectare de terre arable en 1961	Kg / hectare de terre arable en 2000
Monde (Moyenne)	23,5	100,9
Pays développés	40,4	80,5
Pays en VD	6,2	118,7

Les engrais apportant les trois nutriments principaux (N, P, K) constituent une bonne part de la consommation mondiale en engrais. Le tableau suivant indique la place du Maroc par rapport à la consommation de ces engrais utilisés pour la production du blé (Ifa et al., 2002).

	Engrais (kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Total
France	80	80	70	230
Pays-Bas	190	9	10	209
Chine	120	18	2	140
USA	70	40	40	150
<b>Maroc</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>24</b>

La production de ces engrais est consommatrice de ressources énergétiques fossiles (fabrication de l'ammoniac à partir de l'azote atmosphérique et d'hydrocarbures) et de ressources minérales (phosphate, potasse...) de durabilité limitée. Par ailleurs, leur impact sur l'environnement se traduit par la pollution des ressources en eau superficielles et souterraines par les nitrates, provoquant des maladies

telle que la méthémoglobinémie ou le syndrome du bébé bleu, menant à l'hypoxie (provoque coma et mort si non traité) et l'eutrophisation des lacs et des zones côtières provoquant une prolifération d'algues et de végétation aquatiques source d'odeur et de mauvais goût de ces eaux et empêchant toute forme de vie dans ces milieux à cause de la consommation excessive de l'oxygène par les algues. La réhabilitation naturelle de ces zones peut prendre des décennies par dégradation naturelle des polluants accumulés.

### 2.4 Exemples d'apports des biotechnologies à la durabilité de l'agriculture

Enfin, Pr. Assobhei a plaidé pour l'utilisation des biotechnologies pour améliorer la durabilité de l'agriculture en proposant deux procédés œuvrant dans ce sens, développés par son équipe à l'Université Chouaïb Doukkali d'El jadida.

Le premier, dénommé procédé RALBI, est un procédé de bio dénitrification anaérobie des eaux domestiques ou des eaux usées, à lit bactérien immergé à flux ascendant. La source de carbone nécessaire peut provenir, dans le cas de la dénitrification des eaux usées, de la matière organique contenue dans ces eaux, et d'une source de carbone externe dans le cas de la potabilisation des eaux domestiques. Le procédé RALBI utilise des roseaux comme source de carbone. Ce projet financé par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a permis de développer une installation à l'échelle - laboratoire optimisée pour une capacité de 18 à 65 litres. Une installation pilote de 25 m<sup>3</sup> est en projet pour ce procédé.

Le deuxième procédé est le procédé MOROCOMP de compostage aérobie accéléré en bioréacteur de 4m<sup>3</sup>. Les composts sont préparés à partir de boues et de matière végétale. Les aptitudes fertilisantes des composts produits à l'aide du procédé optimisé ont été évaluées positivement sur plusieurs plantes.

### 3. Développement de catalyseurs et d'adsorbants de polluants à base de phosphates naturels (Pr. Sebti)

Pr. Sebti a fait part de l'expérience de son équipe à l'Université Hassan II-Mohammedia, en matière de développement de catalyseurs et d'adsorbants à base de phosphates naturels marocains. L'exposé a décrit les motivations ayant été à l'origine des travaux de cette équipe, les difficultés rencontrés, les résultats obtenus ainsi que l'appel à qui de droit pour contribuer à la valorisation commerciale de ces résultats.

#### 3.1. Phosphates naturels en tant que catalyseur

Pr. Sebti a expliqué que Le choix de la thématique de valorisation des phosphates dans le domaine de la catalyse est dû à un recoupement entre les domaines de compétence de son équipe (la catalyse)

et la volonté de celle-ci à contribuer à la valorisation de l'une des principales richesses nationales dans des applications de la chimie verte. En effet, l'encouragement à l'emploi de la catalyse dans les processus d'élaboration des produits chimiques constitue le 9<sup>ème</sup> principe de la chimie verte telle que défini par l'American Chemical Society, de même que la constitution chimique des phosphates naturels peut bien s'y prêter vu leur structure proche de l'apatite et leur teneur en éléments chimiques (Silice, Alumine, Argile, oxygène, ...) utilisés couramment dans la synthèse de catalyseurs.

Pr. Sebti a souligné le scepticisme avec lequel la communauté scientifique a accueilli les travaux relatifs à cette thématique, à tel point que seule son équipe travaillait sur ce sujet au niveau mondial, avec un soutien de quelques laboratoires étrangers en Angleterre et en Espagne pour la caractérisation des produits. La première thèse produite par l'équipe sur le sujet date de 1994 et à la date d'aujourd'hui plus d'une centaine de publications internationales sont à l'actif de cette équipe sur le phosphate naturel en tant que catalyseur portant le label NP.

Le tableau suivant compare l'activité de plusieurs catalyseurs dont le catalyseur NP pour une réaction type. Les catalyseurs NP montrent des capacités d'activation nettement supérieures à celles des autres catalyseurs figurant dans ce tableau.

Catalyseur	Rendement (%) (Temps (min))
<b>NP</b>	<b>98 (30)</b>
<b>FAP</b>	<b>72 (30)</b>
<b>KF/NP</b>	<b>82 (3)</b>
<b>KF/FAP</b>	<b>71 (10)</b>
<b>Na/NP</b>	<b>96 (1)</b>
<b>Na/FAP</b>	<b>94 (7)</b>
<b>KF/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>86 (150)</b>
<b>AlPO<sub>4</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>80 (15)</b>
<b>Résine</b>	<b>92 (300)</b>
<b>Zéolite</b>	<b>78 (720)</b>
<b>MgO</b>	<b>94 (5)</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>94 (5)</b>

Cette excellente activité de ces catalyseurs n'est pas due aux éléments chimiques à caractère catalytique, présents dans les phosphates naturels, uniquement, comme cela était mentionné par une critique formulée à l'encontre des travaux de l'équipe du Pr. Sebti lors d'un congrès international mais à la structure apatitique des phosphates naturels dont les capacités catalytiques ont été prouvées par l'équipe à l'aide de travaux réalisés pour tester la véracité de cette critique.

Pr. Sebti a décliné les principales caractéristiques des catalyseurs NP : stabilité thermique qui peut aller au delà de 1100°C, faible toxicité, recyclable, génère moins de déchets ou de sous produits, sans solvants ou avec solvants verts. Ces caractéristiques font de ces catalyseurs des agents de développement de la chimie verte et de développement durable.

L'une des propriétés des catalyseurs NP qui n'est pas encore bien clarifiée est la valeur faible de leur surface spécifique qui est actuellement évaluée à environ 1m<sup>2</sup>/g. Des travaux seront lancés pour clarifier ce point à l'aide des techniques d'analyse de surface.

Les travaux réalisés jusqu'à aujourd'hui ont visé des réactions dans différents domaines : biologique, pharmacologique, antimicrobien, antiviral, dégradation de polluants (TiO<sub>2</sub>/NP), entre autres. Pr. Sebti déplore la non-commercialisation de ce catalyseur qui nécessite d'autres compétences que celles de son équipe. Il a lancé un appel à cette occasion aux industriels et à toute compétence dans le domaine de l'innovation afin d'œuvrer à la commercialisation de ces catalyseurs.

L'équipe du Pr. Sebti œuvre à l'élargissement de l'application des catalyseurs NP à différents types de réactions pour lesquelles il n'est pas encore performant et ce, par dopage ou par modification de la structure, d'une part, et en utilisant celle-ci comme catalyseur ou comme support catalytique, d'autre part.

### 3.2. Phosphate naturel en tant qu'adsorbant

L'équipe du Pr. Sebti a aussi évalué les capacités des phosphates naturels en tant qu'adsorbants pour l'épuration des eaux usées industrielles et des eaux domestiques. Trois types de matériaux ont été utilisés pour ce faire : NP, NP modifié et les stériles de minerai de phosphates. Les impuretés visées par l'épuration à l'aide de ces adsorbants sont les métaux lourds, les colorants et les pesticides.

Le tableau suivant montre la grande capacité d'adsorption de plomb par le phosphate marocain comparé à d'autres adsorbants.

Matériau	q (mg g <sup>-1</sup> )
Phosphate marocain	86,06
Biomasse morte	25,22
Biomasse vivante	35,69
Phosphate argileux de Floride	37,2
Zéolite	70,58

## 4. Débat

Quatre membres de l'auditoire sont intervenus pour formuler des commentaires et questions se rapportant aux trois exposés effectués : Monsieur

Mohamed Benjelloun, Directeur d'une société d'ingénierie à Casablanca ; Pr. Ahmed Bouhaouss, professeur à la Faculté des Sciences de Rabat, Pr. Ali Boukhari, Doyen de la Faculté des Sciences de Kénitra et membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques ; et Pr. Mahfoud Ziyad, professeur à la Faculté des Sciences de Rabat et membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques. Ces commentaires et questions ainsi que les réponses des conférenciers sont déclinés, ci-après, par exposé.

### 4.1. Exposé du Dr. Dal Pont

Une seule intervention (M. Benjelloun) concerne cet exposé. Elle porte sur la question de savoir si la combinaison de l'optimisation et la gestion de la maintenance des procédés peut jouer un rôle important pour le développement durable.

Comme réponse à cette question Dr. Dal Pont a précisé l'essor important des techniques de point de pincement (Pinch Technology) pour l'optimisation de la consommation de l'énergie et de l'eau dans les procédés. Les techniques d'analyse exergetique sont aussi de plus en plus utilisées pour l'optimisation énergétique des procédés. Ces différentes techniques ont une incidence positive très importante sur le développement durable.

En ce qui concerne l'incidence de la gestion de la maintenance des procédés, Dr. Dal Pont a précisé l'importance de l'application des concepts FMDS (fiabilité, maintenabilité, disponibilité et sécurité) pour une gestion durable des installations industrielles.

### 4.2. Exposé du Pr. Assobhei

Deux interventions (Pr. Bouhaouss et Pr. Boukhari) sont relatives à cet exposé. Les commentaires et questions correspondants se rapportent aux aspects suivants :

- la vétusté des statistiques utilisées (2002 et avant).
- l'information partielle concernant la contamination des nappes phréatiques marocaines par les pesticides, le caractère nocif des résidus de ces substances qui s'y accumulent et l'impact de l'entreposage des pesticides sur la pollution des nappes phréatiques par lixiviation et la pollution atmosphérique par volatilisation de ces substances dangereuses.
- la capacité actuelle de l'agriculture biologique à répondre aux défis de l'alimentation de l'humanité.

Pr. Assobhei a apporté les éléments de réponse suivants :

- les études publiées sur l'impact des pesticides au Maroc sont rares et lorsqu'elles existent, elles sont généralement menées par les administrations

compétentes et font l'objet de rapports qui ne sont pas toujours faciles d'accès. L'exposé n'a pas traité de l'impact des résidus des pesticides et ce, par manque de données d'ordre général dans la littérature sauf pour les substances individuelles qui sont trop nombreuses pour être examinées. En ce qui concerne l'entreposage, une réglementation relative au transport des substances dangereuses a été mise en place en Europe, Ce qui n'est pas encore le cas au Maroc.

- l'agriculture biologique se développe de plus en plus dans les pays développés, mais sa contribution à l'alimentation humaine reste très limitée à l'heure actuelle.

#### 4.3. Exposé du Pr. Sebti

Les quatre intervenants ont formulé des commentaires et questions relatifs à l'exposé du Pr. Sebti et ce, concernant les aspects suivants :

- l'opportunité et la faisabilité d'utiliser en chimie verte des phosphates naturels qui comportent beaucoup d'éléments chimiques sous forme d'impuretés comme des métaux lourds et des substances radioactives. Quel prétraitement a été utilisé pour ce faire?
- le mode de préparation et le mécanisme catalytique des catalyseurs NP permettant de justifier l'activité importante de ces catalyseurs avec une si faible surface spécifique.
- l'intérêt d'utiliser NP comme support de TiO<sub>2</sub> si la surface spécifique de NP est si faible.
- la problématique de valorisation des résultats de la recherche et son lien avec le manque de sociétés d'ingénierie industrielle au Maroc et de profils d'ingénieurs répondant aux besoins de cette dernière.

Ces commentaires et questions ainsi que les réponses du Pr. Sebti permettent de dégager les renseignements suivants :

- les phosphates naturels subissent un prétraitement comportant un lavage à l'eau pour éliminer les fines particules d'argile, et une calcination pour éliminer les carbonates. Les métaux lourds et les éléments radioactifs ne sont pas éliminés par ce prétraitement et ils restent incrustés dans la structure du matériau. Un lavage supplémentaire à l'eau ne permet de déceler que quelques traces de phosphates dans le résidu.
- les travaux menés par l'équipe de recherche du Pr. Sebti sur le développement de nouveaux catalyseurs à base de phosphates naturels ont débuté sous forme empirique dont les résultats positifs ont encouragé l'équipe de persévérer dans le développement de ces travaux. Des explications sont apportées au fur et à mesure aux différents questionnements théoriques concernant ces travaux, comme celui relatif à la valeur faible de la surface spécifique des catalyseurs NP qui n'est pas encore élucidé.

- le rôle du phosphate en tant que support dans le catalyseur TiO<sub>2</sub>/NP est double. D'une part, il permet de régénérer les petites quantités de TiO<sub>2</sub> qui ne seraient pas récupérables sans ce support et, d'autre part, de créer une synergie avec le TiO<sub>2</sub> en améliorant nettement l'activité du catalyseur pour la réaction photochimique de dégradation des polluants.
- la commercialisation des catalyseurs et des adsorbants développés à base des phosphates naturels dans le cadre des travaux de l'équipe du Pr. Sebti nécessite des compétences complémentaires relevant du domaine de la valorisation des résultats de recherche. Pr. Sebti considère que ce rôle devrait être joué par les industriels dont l'OCP qui est, en principe, le premier concerné. En réalité cette activité de valorisation nécessite une infrastructure de R&D et d'innovation dont le métier de l'ingénierie industrielle qui est le parent pauvre des sociétés d'ingénierie nationales.

#### 5. Synthèse des travaux du Panel «chimie verte et développement durable»

Les travaux de ce Panel consacré à la «chimie verte et développement durable» ont permis de mettre en évidence, à travers les trois exposés et le débat qui en a résulté, les problématiques du développement durable et le rôle que doivent jouer la chimie, base de toutes les sciences, et l'industrie chimique, base de toutes les industries, pour répondre aux défis liés à ces problématiques.

La communauté scientifique internationale relevant des domaines de la chimie et du Génie des Procédés a pris conscience, depuis plus d'une vingtaine d'années des responsabilités importantes dont elle doit s'acquitter pour apporter des solutions viables permettant de minimiser les nuisances des activités relevant de ces domaines. Des solutions de traitement des rejets industriels ont été conçues durant les quarante dernières années grâce à l'apport important de la chimie et du Génie des Procédés. Ces solutions en aval, même si elles permettent d'assurer un certain degré de dépollution, restent onéreuses et n'empêchent pas la dégradation inutile des ressources naturelles et les facteurs de production tout en causant des nuisances qui mettent en danger les biens et les populations.

Les concepts de chimie verte «Green Chemistry» et d'ingénierie verte «Green Engineering» développés durant les vingt dernières années visent un tout autre objectif à savoir, celui de concevoir les produits et procédés générant le moins de nuisances possible durant tout leur cycle de vie, consommant le moins de ressources durables possibles, recyclables et biodégradables à la fin de leur cycle de vie.

La mise en œuvre de ces concepts peut être assurée grâce à l'application d'un arsenal de méthodes et d'outils développés par la chimie et le Génie des Procédés, couvrant toutes les phases d'un projet

depuis les activités de recherche jusqu'aux activités d'élimination des produits et procédés concernés, en passant par les études de faisabilité, la conception et l'ingénierie du procédé, la mise en place de l'installation industrielle et la gestion optimale de celle-ci, la commercialisation des produits et/ou services et la répartition des richesses obtenues.

Au Maroc, la mise en œuvre des concepts de «Green Chemistry» et de «Green Engineering» pour répondre aux défis du développement durable nécessitent deux démarches complémentaires.

La première démarche consiste à bien doter le Maroc des ressources humaines capables de veiller à la réalisation d'investissements industriels respectant les principes de la chimie verte et de l'ingénierie verte au niveau des choix des produits et procédés, de l'ingénierie de l'installation industrielle et de la gestion optimale de celle-ci. C'est là le rôle du Génie des Procédés dont le cursus national doit être révisé pour intégrer les enseignements de «Green Engineering» et de «Chemical Product Engineering» qui font actuellement défaut à cette discipline.

Dans le cadre de cette première démarche il y a lieu, et c'est même une nécessité incontournable, de veiller à l'encouragement du développement des sociétés d'ingénierie industrielle répondant aux besoins des secteurs des industries de transformation de la matière et de l'énergie. C'est là un recoupement avec une recommandation de la journée d'étude sur l'ingénierie organisée le 24 novembre 2010 par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques. Ces sociétés d'ingénierie joueront un rôle essentiel pour la mise en place des concepts de l'ingénierie verte dans les secteurs des industries de transformation de la matière et de l'énergie.

La deuxième démarche complémentaire de la première, aurait comme objectif d'accompagner les activités de recherche dans les domaines de la chimie et du Génie des Procédés pour œuvrer au développement de nouveaux produits et procédés verts. Pour ce faire, tous les processus de recherche et d'innovation requis pour ce faire doivent être analysés en vue de dégager les lacunes dont ils souffrent actuellement : la gestion des activités de recherche académique, les infrastructures de R&D et d'innovation disponibles au niveau local et au niveau national ainsi que leur mode de gestion, les politiques sectorielles et nationale de l'encouragement de l'innovation et enfin le potentiel du marché national en matière d'innovation et les perspectives d'évolution de celui-ci.

En fait cette analyse de l'existant a déjà fait l'objet de travaux de plusieurs commissions au niveau national dont les conclusions sont connues de tous les concernés. C'est la mise en œuvre efficace des recommandations qui en ressortent qui tarde à voir le jour. Ayant participé à l'élaboration de ces recommandations et au test de certaines d'entre-elles, je pense que ce qui manque

à l'amorçage réussi des activités d'innovation au Maroc c'est l'effet-démonstration.

En effet, il s'agit de mettre en place des procédures permettant de faire des résultats de la recherche des succès commerciaux. Vu le contexte socioéconomique national et les modes de gouvernance pratiqués au Maroc, ces procédures ne peuvent pas être copiées des expériences internationales mais elles doivent être élaborées sur place, à travers le montage d'expériences pilotes dont le but principal est une analyse approfondie des mécanismes mis en jeu dans lesdits processus, tout en faisant le nécessaire pour apporter des modifications à ces mécanismes de manière à faire de l'expérience pilote un succès commercial.

Avant de choisir les expériences pilotes pouvant conduire aux succès commerciaux à travers des procédures de R&D et d'innovation optimisées, il serait utile d'examiner un certain nombre de travaux de recherche dont les résultats sont orientés-marché et qui n'ont pas encore été concrétisés en applications commerciales réussies. Ces travaux vont permettre d'examiner les processus de R&D utilisés en vue de leur apporter des améliorations par rapport à l'objectif de l'innovation visé. Cet examen préliminaire ne doit pas prétendre à une valorisation réussie des résultats de recherche concernés, car le succès de la valorisation dépend essentiellement de la qualité de ces résultats et de la faisabilité de leur valorisation qui doit se baser sur un besoin identifié moyennant une étude de marché.

Commentaires du modérateur : dans les exposés des Professeurs Sebti et Assobhei, il y a matière à choisir l'un de ces travaux de recherche qui peuvent faire l'objet d'un tel examen. Le projet de développement de catalyseur NP élaboré par l'équipe du Pr. Sebti constitue un exemple intéressant pour commencer ce processus. C'est là une tâche originale avec laquelle l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques pourrait contribuer efficacement au développement de l'innovation technologique au Maroc.

## Panel II : «Chimie et santé»

Présentant la thématique, le Pr. Taïeb Chkili, président le panel « chimie et santé » rappelle que la chimie est souvent considérée comme la source de nombreux ennuis et de maladies, à la faveur d'épisodes divers : le douloureux épisode de la Thalidomide, la tragique question de l'amiante, et plus récemment, le problème du Médiateur, sans parler d'accidents de l'industrie chimique tels que les accidents de Sovéso et d'AZT, et sans rappeler le tout récent drame nucléaire de Fukushima.

Ainsi perçue, la chimie mobilise les médias et alarme les opinions. Elle suscite les inquiétudes les plus diverses quant à ses retombées sur la santé. Or, s'il est vrai que la chimie a favorisé le développement de dépendance à l'égard de certaines substances,

notamment les produits stupéfiants, les excitants, les enivrants, les hallucinogènes, elle est au coeur de la plupart des grandes innovations du monde moderne et joue un rôle essentiel dans notre qualité de vie et notre santé.

Chimie et santé constituent, en effet, un véritable couple au service de notre bien-être. Les synergies créées entre la chimie et les sciences biologiques et biomédicales contribuent à une meilleure compréhension du fonctionnement normal et pathologique du vivant à l'échelle moléculaire, et aident à saisir les interactions subtiles entre les composantes auxquelles se rattachent progressivement toutes les fonctions de la vie. «La chimie est à la biologie ce que le solfège est à la musique» dit Pierre Potier, le père la Navelbine et du Taxotère.

Mais la chimie est encore plus que cela. C'est elle qui a contribué, non seulement à comprendre le vivant, mais aussi à concevoir des stratégies de prévention (traitement de l'eau, stérilisation d'instruments et de locaux, vaccination, etc.). C'est un fait aujourd'hui, que si nous sommes en meilleure santé et que nous vivons douze ans de plus qu'il ya cinquante ans, c'est en partie dû aux innovations de l'industrie chimique et des sciences biomédicales.

La chimie a permis en effet le développement de moyens de plus en plus sophistiqués pour diagnostiquer précocement les affections, qu'elles soient microbiennes, dégénératives, métaboliques ou cancéreuses, ou encore génétiques ou environnementales, grâce à l'imagerie, aux tests et marqueurs biologiques, au génie génétique. Grâce à la chimie, nous sommes également en mesure d'élaborer des stratégies de thérapeutiques spécifiques, de plus en plus efficaces et de moins en moins nocives, de proposer certaines prescriptions prédictives.

Aujourd'hui, la chimie s'attaque à de nouveaux défis : maladies neuro-génétiques, cancers, dégénérescences. Elle fournit à l'industrie pharmaceutique et à la médecine des principes actifs purs, fabriqués à partir de molécules naturelles ou synthétiques, capables d'inhiber ou de renforcer certaines activités biologiques. Elle ouvre également des perspectives nouvelles grâce aux nanotechnologies, aux nanomédicaments, aux biotechnologies et à la thérapie génique.

L'apport de l'industrie chimique et des innovations auxquelles elle donne lieu est également à l'origine de prothèses de plus en plus complexes, d'implants sophistiqués, d'organes de remplacement, fabriqués à partir de nouveaux matériaux.

Pour illustrer ces apports de la chimie à la santé, la parole est donnée successivement à :

- M. le Pr. Jean Pierre Majoral, Directeur de recherche au Laboratoire Chimie de Coordination (LCC), Toulouse en France,

- M. Le Pr. El Mokhtar Essassi, Membre Résident de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, professeur à l'université Mohammed V Rabat-Agdal, au Maroc,
- M. le Dr. Bernard Meunier, Président Directeur Général de PALUMED, Membre de l'Académie des Sciences, en France.

La communication du Pr Majoral a été consacrée aux dendrimères phosphorés et à leurs applications, avec comme illustration, l'apport de la chimie en biomédecine et sciences des matériaux.

M. Majoral a rappelé d'abord la définition des dendrimères qui sont des polymères iso-moléculaires multifonctionnelles dont la taille, la topologie, la flexibilité, la masse moléculaire peuvent être contrôlés de manière rigoureuse lors de leur formation.

Constitués d'arborescences divergentes à partir d'un coeur central, ces dendrimères sont généralement préparés via la répétition d'une séquence de réactions qui va donner à chaque séquence de réactions une génération, donnant ainsi quatre générations I, II, III, et IV.

Le grand nombre de fonctions situées à la surface de ces molécules leur confèrent des propriétés particulières de réactivité, de stabilité, de solubilité et de viscosité.

Grâce aux caractéristiques de ces molécules, les dendrimères sont utilisés pour la catalyse donnant lieu à des effets dendritiques et permettant d'obtenir des nanomatériaux, des nanotubes, des couches minces, etc. et d'obtenir un grand nombre d'applications dans le domaine biomédical, telles que la préparation de puces ADN, le transfert de matériel génétique dans les cellules, l'utilisation de propriétés anti-VIH, anti-inflammatoire, ou encore en imagerie médicale.

Parmi ces applications, M. Majoral présente d'abord celle relative à la production et la multiplication de cellules N.K. dont l'action dans la lutte anticancéreuse est bien connue, et dont l'efficacité sur les tumeurs produites chez la souris a été concluante.

La deuxième application présentée par M. Majoral est relative à l'utilisation de ces dendrimères dans la lutte contre la polyarthrite rhumatoïde et l'obtention d'une résorption de l'inflammation au bout de cinq jours de traitement, résultats confortés par ceux obtenus chez les sujets témoins.

Le troisième exemple d'applications est relatif à l'utilisation de ces dendrimères en imagerie médicale. L'auteur s'est intéressé à des composés absorbant des photons (les chromophores) pouvant être utilisés dans l'approche infra-rouge par une excitation biphotonique beaucoup moins toxique, le caractère non linéaire de l'absorption donnant lieu à une excitation focalisée sur le focal du laser.

Grâce à de multiples manipulations, on peut obtenir des images de très bonnes qualités sans toxicité, même à des doses bien supérieures à celles utilisées actuellement.

Dans le domaine des nanomatériaux, M. Majoral a présenté quelques exemples extrêmement instructifs et très prometteurs. Parmi ces applications, citons la construction de nanotubes constitués uniquement de dendrimères et pouvant augmenter très significativement la fluorescence, ou encore, l'obtention de puces ADN dont les avantages sont extrêmement importants avec une amélioration de la sensibilité par rapport aux puces existantes, et permettant la préparation de Kit de détection de certaines maladies infectieuses, (agents pathogènes des viandes, legionella) ou cancéreuses, notamment les récidives du cancer du sein, le tout dans des délais très courts, de l'ordre de cinq heures.

Enfin, M. Majoral a présenté une application très originale, même si, dans l'immédiat, son utilisation n'est pas bien définie, à savoir, l'utilisation des dendrimères dans l'écriture dans l'eau, grâce à la greffe à l'intérieur des dendrimères de groupements fluorescents.

Le Pr. El Mokhtar Essassi, a présenté une communication sur la chimie hétérocyclique et ses applications médicales.

Partant de la constatation que la chimie joue aujourd'hui un rôle central dans la découverte des médicaments, composants organiques capables d'inter-réagir avec les protéines, l'auteur s'est intéressé à cette inter-réaction qui a donné lieu à la bio-informatique structurale pour comprendre ces inter-réactions.

Ces progrès sont dus au fait qu'il a été possible de décoder les génomes humains.

Grâce l'utilisation de la diffraction des RX et aux méthodes physiques telles que la RMN et la spectrométrie de masse, il est possible d'identifier des protéines candidates, en partant de gène. On arrive ainsi à une chimiothèque sur laquelle on va pouvoir faire un criblage réel ou virtuel.

Les auteurs ont ainsi constitué une chimiothèque constituée de molécules obtenues par réarrangement des hétérocycles (indazol, benzimidazol, benzodiazépines, triazol etc).

Ces composés sont purifiés, caractérisés par méthode spectrale, et classés avec, pour chaque composé, une fiche spécifique. 2500 à 3000 molécules ont ainsi été préparées. Suit l'étude des propriétés pharmaco-chimiques grâce à un travail collaboratif où interviennent d'autres laboratoires et de services biomédicaux. Puis suit l'étude in vivo, sur des animaux de laboratoires, des propriétés toxiques et pharmacologiques, des effets indésirables, de l'activité anti microbienne.

La chimiothèque ainsi constituée, a permis de faire un travail qui a contribué à isoler 200 molécules intéressantes. L'objectif des auteurs est de participer à la constitution d'une chimiothèque nationale à travers un réseau de groupes de recherche dans le domaine.

Le Pr. Bernard Meunier a par la suite traité de nouvelles approches dans le traitement de la maladie d'Alzheimer insistant sur le fait que les résultats présentés sont ainsi portés pour la première fois à un public scientifique.

Après avoir rappelé les concepts du vieillissement, de l'espérance de, de la longévité maximale, M Meunier donne les éléments épidémiologiques, sémiologiques et les théories physiopathologiques de la maladie et ses caractéristiques évolutives.

Malgré les progrès réalisés, le diagnostic reste souvent tardif, en l'absence de testes biologiques fiables, et les avancées thérapeutiques sont toujours lentes.

C'est dire l'importance de la recherche fondamentale pour parvenir à un diagnostic précoce et un traitement efficace.

Dans cette perspective, M. Meunier rappelle que sur le plan anatomopathologique, la maladie d'Alzheimer se caractérise par la constitution de plaques amyloïdes à l'extérieur des neurones et des neurofibrilles à l'intérieur qui sont à l'origine d'un stress oxydant aboutissant à la mort du neurone. Ces plaques amyloïdes proviennent de deux peptides d'amyloïde existant normalement en équilibre et toute dérégulation du processus aboutit à une hyper-réticulation des amyloïdes avec piégeage d'ions métalliques (Cu, Fe) dont le stockage, le transfert et l'élimination sont perturbés. La maladie d'Alzheimer se caractérise par une quantité anormalement élevée de Cu (environ 400 micro-molaires au lieu des 70 qui se trouvent dans un cerveau normal).

Après avoir essayé dans un premier temps l'hydroxyquinoline, autrefois utilisée dans le traitement de la diarrhée et abandonnée en raison de sa toxicité, les auteurs se sont intéressés à une série de molécules dont l'utilisation en 2000 a abouti à une réduction de plaques mais sans récupération de la mémoire, chez les souris transgéniques.

Les auteurs ont alors essayé une pisquinoline ayant un seul ligand du Cu et dont les résultats sont très probants.

Une autre molécule, la pisaminoquinoléine, capable de solubiliser les plaques amyloïdes a été essayée et a abouti à une réduction du stress oxydant. D'autres molécules telles que la PA 16-35 et la PA 16-37, spécifiques du Cu et ne touchant pas au Zn (ce qui est très important), ont ouvert de nouvelles perspectives thérapeutiques.

La PA 16-36 utilisée chez la souris non transgénique et non conventionnelle a donné une récupération de

100% de la mémoire épisodique des souris traitées par injection de petite quantité de la molécule dans l'hypocampe.

Ces communications ont été suivies par un débat extrêmement riche portant à la fois sur l'originalité des travaux présentés et sur les perspectives très encourageantes des résultats préliminaires.

Une remarque importante a été formulée sur le fait que la plupart des avancées obtenues dans le domaine de la santé, l'ont été grâce à la combinaison des travaux en chimie et des recherches en biomédecine et en biologie, et qu'il fallait en tenir compte dans le libellé de la thématique et dans la structuration du panel.

Il est rappelé à ce propos que les recherches dans le domaine des mécanismes de la physiothérapie, des moyens de diagnostic, de découvertes de nouveaux médicaments, exigent nécessairement une collaboration étroite de chimistes, de biologistes, de pharmacologistes et de cliniciens.

De nombreuses questions ont porté essentiellement sur les dendrimères, leurs propriétés et leurs applications en médecine et en imagerie, ainsi que sur la méthodologie de constitution de chimiothèques permettant d'optimiser les recherches et de sélectionner les molécules candidats. La communication relative aux essais dans le traitement de la maladie d'Alzheimer a également soulevé des questions concernant l'utilisation de souris transgéniques et non transgéniques, ainsi que les hypothèses et les critères de choix des molécules utilisées.

### Panel III : «Chimie et industrie»

Trois conférences ont été prononcées de 9h00 à 10h30, à l'issue desquelles des discussions se sont engagées.

La première conférence «La chimie au cœur des énergies d'avenir» a été prononcée par M. Hervé BERNARD, Administrateur Général Adjoint du CEA, en remplacement de M. Bernard BIGOT, Administrateur général du CEA, empêché par des raisons liées à l'accident nucléaire majeur de Fukushima au Japon.

La seconde conférence «De l'intéressant à l'utile : l'apport des solides poreux à la société» a été présentée par M. Gérard FERREY, professeur Emérite à l'Université de Versailles (médaille d'or du CNRS 2010).

La troisième conférence «German Chemistry : Facts and Challenges» a été dite par M. Michael DRÖSCHER, Président de la Société Allemande de Chimie.

Ces trois conférences ont fait l'objet d'échanges intenses entre conférenciers et académiciens.

En ce qui concerne la première conférence, les questions/réponses ont porté sur :

- i. la production d'électricité par le nucléaire : cette production est de 80% des besoins d'électricité de la France;
- ii. la sûreté de cette source d'énergie en relation avec l'accident au Japon : les 6 centrales de Fukushima ont subi un séisme d'amplitude 8,9 suivi d'un tsunami avec des vagues de 17 m et plus alors qu'était prévu l'assaut de vagues de 10 m de hauteur, les moteurs diesel de secours pour la production d'électricité n'ont pu ainsi démarrer;
- iii. l'extraction d'uranium à partir de phosphates : cette extraction n'est pas actuellement industriellement utilisable;
- iv. la fusion nucléaire : Le prototype ITER à Cadarache ne produira pas d'électricité, mais de la chaleur, il aura une puissance thermique de 500 MW. Il est basé sur les technologies déjà utilisées dans les tokamaks (un tokamak est une chambre de confinement magnétique destinée à contrôler un plasma pour étudier la possibilité de la production d'énergie par fusion nucléaire) qui ne produisent pas non plus d'électricité. Mais ITER doit tester les technologies nécessaires à la fabrication du réacteur expérimental DEMO (d'une puissance prévisionnelle de 1 500 MW électrique), dont l'objectif sera de démontrer la faisabilité industrielle de la production d'électricité par la fusion nucléaire. JET (Joint European Torus) à Abingdon, près d'Oxford au Royaume-Uni est celui qui a le record de durée de production de plasma (6 minutes), réalisant la fusion nucléaire entre le deutérium et le tritium qui semblent les plus appropriés pour les futurs réacteurs nucléaires; «Tore Supra», implantée à Cadarache détient le record de puissance (16 MW thermique pendant 6 secondes avec production d'un plasma chauffé à plus de 5 millions de degrés Celsius).
- v. matériaux devant permettre un stockage sécurisé des déchets radioactifs.

M. BERNARD a dressé un tableau exhaustif des domaines où la chimie peut intervenir dans les problématiques scientifiques liées aux énergies d'avenir : importance du traitement des minerais, de la chimie analytique performante, de la chimie des procédés et des matériaux, intervention des problèmes de corrosion, de la radiolyse avec des cinétiques ultra-rapides...

La seconde conférence a suscité un riche débat sur les matériaux poreux; des échanges ont porté sur :

- i. l'encapsulation de médicaments avec relargage lent dans les organismes vivants ainsi que le problème de la toxicité lorsque les composés poreux sont utilisés pour ce relargage. La réponse à ces questionnements, c'est qu'il s'agit d'un sous

domaine trop récent, mais qu'aucune toxicité chimique a été détectée jusque-là;

- ii. la possibilité d'inclure dans les canaux des particules qui interagiraient mieux avec l'hydrogène moléculaire permettant d'envisager le stockage d'hydrogène à partir de composés poreux. Le but jusqu'à ce jour n'était pas ce type de stockage, c'est évidemment une piste d'investigations à venir;
- iii. la stabilité des composés poreux et plus particulièrement sur celle des composés hybrides. Concernant l'aspect stabilité, les composés, dont il est fait mention dans l'exposé de M. FERREY, sont stables jusqu'à des températures de 350°C ; pour ce qui est de la stabilité en milieu humide, (l'un des critères les plus importants pour les industriels), les produits sont stables, pendant au moins six mois dans l'eau bouillante;
- iv. la possibilité de travailler sur des architectures bidimensionnelles et non tridimensionnelles pour le stockage non dans des canaux mais au milieu de feuillets. La réponse a été que d'une part l'objectif des travaux concernait la conception et la synthèse de composés 3D ainsi que l'étude de leurs propriétés, mais que d'autre part la suggestion pourrait donner suite à des travaux intéressants.

La troisième conférence a également conduit à de nombreuses questions réponses. Les principaux sujets de débat ont porté sur :

- i. les raisons de l'excellent classement de l'Allemagne à l'échelle industrielle mondiale en chimie : M. DRÖSCHER a fait part de la bonne structuration des entreprises allemandes dans ce secteur d'activité économique avec seulement 7% de grandes entreprises et un réseau important de petites et moyennes entreprises de moins de 500 salariés;
- ii. le recrutement des industries allemandes : docteurs versus ingénieurs. Le recrutement de cadres dans les entreprises chimiques allemandes se fait préférentiellement parmi les docteurs ce qui donne un caractère innovant aux entreprises de ce secteur d'activités économiques;
- iii. la mondialisation et l'implantation, à l'étranger, en particulier en Chine, d'usines chimiques d'origine allemande. M. DRÖSCHER précise que lorsqu'une telle construction s'opère, des centres de recherche associés sont mis en place;
- iv. la coopération recherche universitaire/industrie : cet aspect correspond à un point fort de la chimie allemande puisque cette coopération est bien établie et ce, depuis de longues années.

Avant l'heure du déjeuner et à partir de 11h ont été présentées trois autres conférences qui ont eu trait à la chimie au Maroc.

La quatrième de la matinée «Etat de la chimie au Maroc : Recherche académique et monde industriel» a été prononcée par le Dr. Mohamed SMANI, directeur de l'Association R&D Maroc.

La cinquième s'intitulait «Le rôle de la R&D au Maroc dans le développement futur de l'industrie des phosphates» elle fut donnée par le Dr. Abdelaali KOSSIR, directeur R&D de l'Office Chérifien des Phosphates.

La sixième et dernière intervention de cette session fut prononcée par le Dr. El Moutaoikkil ELBARAKA de l'Office Chérifien des Phosphates, elle avait pour titre «Le rôle de l'industrie des phosphates dans le développement du secteur de la chimie au Maroc».

M. Ismail AKALAY a été désigné comme étant le discutant principal pour tout le panel III.

Ces trois dernières conférences ont traité de l'exemple du Maroc dans le cadre fixé par cette session «Chimie et Industrie». Elles ont donné lieu à une riche discussions entre conférenciers, académiciens et scientifiques présents à cette session.

On a noté l'insuffisance des retombées, par entrainement dans les autres secteurs économiques, alors que le potentiel est important. Ce fut l'occasion d'évoquer l'industrie minière dans sa globalité qui s'accompagne de fluctuations importantes des prix de vente (40 US\$ à 250 US\$ la tonne de phosphate!), de l'apport de la chimie qui a permis de traiter des minerais de plus en plus pauvres en produits recherchés, de pénétrer dans des «niches» de produits à haute valeur ajoutée (à titre d'exemple : oxyde de zinc nanométrique poreux utilisé dans les gaines des hôpitaux pour piéger les bactéries). Les effets induits accompagnant l'ouverture d'une mine ont aussi été discutés.

Il a été signalé également le fait que l'industrie chimique au Maroc crée trop peu d'emplois essentiellement parce que la recherche est trop embryonnaire et que les retombées sur la science chimique n'est pas à la hauteur de ce qui pourrait être espéré.

Les problèmes des rejets en mer lors du traitement des phosphates et du phosphogypse (gypse non naturel, issu du traitement industriel des phosphates pour la fabrication de l'acide phosphorique et des engrais phosphatés) ont été évoqués. Des travaux sont en cours pour résorber au mieux ces deux aspects, en particulier sur la valorisation du phosphogypse, même si des faiblesses en matière d'innovation ont été reconnues.



**Session ordinaire**  
**commémorant l'anniversaire de**  
**l'installation de l'Académie par Sa Majesté Le Roi :**  
**“Contribution de l'Académie à la promotion et au développement**  
**de la recherche scientifique et technique”**

## Discours du Secrétaire Perpétuel

**Pr. Omar FASSI-FEHRI**

Secrétaire perpétuel  
de l'Académie Hassan II  
des Sciences et Techniques



### Mesdames et Messieurs les académiciens, Mesdames, Messieurs,

C'est toujours avec plaisir que nous nous retrouvons pour célébrer l'anniversaire de l'installation solennelle de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques par Sa Majesté le Roi Mohammed VI - que Dieu le Garde. C'est aussi une heureuse occasion et un moment privilégié de pouvoir renouveler à Sa Majesté le Roi l'expression de notre profonde reconnaissance et de notre déférente gratitude, en priant le Tout puissant de nous aider à être dignes de la confiance et de la bienveillance Royales, dont viennent d'être honorés une fois encore les membres de notre Académie après que Sa Majesté eut apposé le Sceau Royal sur le Dahir de nomination des premiers membres de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques que nous sommes.

Pour célébrer son cinquième anniversaire, l'Académie a décidé, suivant en cela la recommandation faite par la Commission des Travaux lors de sa dernière réunion du 21 avril 2011, de tenir une session ordinaire consacrée à la présentation des projets de recherche soutenus par l'Académie au cours de la période 2007-2010 et des résultats obtenus dans le cadre de ce programme. Par ailleurs, comme convenu également au sein de la Commission des Travaux, les collègues sont invités à organiser des journées d'études et des ateliers consacrés à ces projets et à toutes leurs retombées. Ces réunions au niveau des collègues, auxquelles peuvent être invités les experts et chercheurs intéressés par la thématique du projet, sont d'abord à caractère scientifique.

### Chers collègues,

La commémoration de cet anniversaire intervient aussi, quelques semaines après le discours historique de Sa Majesté Le Roi du 9 mars 2011, avec la mise en place de toutes les réformes que vit actuellement notre pays sur différents fronts, et dont l'objectif est de faire accéder le Maroc à une nouvelle phase constitutionnelle de son histoire, propre à consolider la démocratisation et l'Etat de droit, et à édifier des institutions modernes, en harmonie avec l'histoire séculaire de notre pays et avec ses valeurs pérennes.

Au vu des progrès que le Maroc a réalisés sur le plan sectoriel et en termes de grands chantiers et travaux d'infrastructures, l'objectif est d'assurer, d'une part, l'intégration du pays aux flux économiques et humains régionaux et mondiaux, et d'autre part d'arrimer ses infrastructures aux meilleurs standards de qualité et de performance. Il s'agit aussi de garantir l'accès des populations aux équipements et services de base, tels que l'eau potable, l'électricité, les communications, les services scolaires et sanitaires.

Dans cette bataille grandiose que mène résolument notre pays et qui vise à affronter les défis de la mondialisation et ceux du développement durable, la science et la technologie ont un rôle stratégique à jouer; cette bataille ne pourrait être gagnée sans l'implication du monde scientifique et du monde de l'entreprise, et leur engagement avec détermination dans cette bataille.

En effet, aujourd'hui, la capacité de notre pays à préparer son avenir est conditionnée par son rapport aux sciences et à la technologie, notamment par rapport à l'importance prise par les technologies numériques, nanométriques, biologiques et cognitives sur lesquelles se concentrent les efforts mondiaux en recherche et innovation.

Les sciences et les technologies sont de plus en plus présentes dans notre vie quotidienne et dans la plupart des débats publics. Elles sont devenues les facteurs clés de la production, de la croissance et du bien être social.

Certes, on ne pourrait accéder aisément à l'économie du savoir sans faire des investissements conséquents dans les domaines de l'éducation, de la formation et de la promotion de la recherche scientifique. De même on ne pourrait pas faire progresser simultanément la croissance économique, le développement social et la protection de l'environnement sans exploiter massivement les ressources du savoir grâce aux résultats de la recherche scientifique, à l'expertise technique et aux systèmes d'information.

### Chers collègues, Mesdames, Messieurs,

Dès son installation solennelle par Sa Majesté le Roi (mai 2006), l'Académie a procédé, dans le cadre de ses missions, telles que définies par le Dahir de sa création, et des orientations Royales, à la mise en place d'un programme d'action en faveur de la promotion et du développement de la recherche scientifique et technique dans notre pays, afin que «la science, la recherche scientifique et le développement technologique atteignent une place majeure dans l'échelle des valeurs nationales».

En 2007, l'Académie a procédé à la mise en œuvre d'une stratégie scientifique nationale autour de programmes porteurs de développement, en relation

avec les potentialités humaines disponibles et les atouts naturels susceptibles de permettre à notre pays d'accéder à des rangs avancés sur le plan international dans le domaine des sciences et de leurs applications. Dans ce cadre, l'Académie a examiné les projets de recherche soumis par les différents collèges scientifiques pour un soutien financier durant la période 2007-2010. Ainsi, 17 projets de recherche ont été sélectionnés et financés pour un montant total de quelques 44 Millions DH; ces projets touchent divers domaines et disciplines relevant des sciences exactes, des sciences de la vie, des sciences de l'ingénieur, et des sciences économiques.

Je saisis cette occasion pour remercier vivement tous les responsables de ces projets qui ont bien voulu répondre à notre invitation, pour participer avec nous à la commémoration du cinquième anniversaire de l'installation de notre Académie et pour présenter, tout à l'heure, les principaux résultats qu'ils ont obtenus.

Globalement, les retombées de ces projets, entre octobre 2007, date des premiers virements (Driouchi – Jenane) et décembre 2010, date de réception du dernier rapport transmis par un porteur de projet (Ouknine), sont satisfaisantes et plus que probantes. Parmi les résultats :

- Personnel impliqué : chercheurs (360), post-doctorants (9), étudiants (285) et autre personnel (69);
- Diplômes obtenus : 29 doctorats soutenus, 88 masters obtenus;
- Production scientifique : 46 articles publiés dans des revues indexées, 49 conférences données, 1 brevet déposé.
- Congrès scientifiques : trois (internationaux).

Au même moment, comme instance de réflexion et d'orientation en matière de développement scientifique, chargée selon la loi de «réaliser des études, des analyses et des enquêtes sur le secteur de la recherche», l'Académie a procédé en 2008-2009 à l'examen de la situation de la recherche scientifique et de l'innovation technologique dans notre pays et à la présentation de propositions susceptibles de renforcer l'efficacité des efforts entrepris par le gouvernement, et de donner un nouvel élan à la politique nationale en la matière. Dans ce cadre, un document intitulé «pour une relance de la recherche scientifique et technique au service du développement du Maroc» a été préparé et publié en mars 2009; il se veut être un plaidoyer convaincant en faveur d'une relance résolue et durable de la recherche scientifique et technique, au service du développement du pays.

Toutefois, les mesures et les recommandations proposées dans ce document doivent être déclinées sous forme d'actions concrètes grâce à une politique audacieuse visant l'accroissement du nombre et de la qualité des chercheurs, l'augmentation de l'effort financier

national en matière de recherche-développement, l'élargissement et le renforcement des partenariats entre l'Université et l'entreprise, l'amélioration résolue et durable de l'enseignement des sciences et enfin le développement de la culture scientifique. Les données y afférentes, disponibles dans ce document doivent être actualisées et un état des lieux dans chaque discipline doit être entamé, tout en continuant la réflexion et l'analyse sur les questions qui se posent à tout le système (ressources humaines, statut de l'enseignant-chercheur et du chercheur, financement et gestion financière, production scientifique, centres d'excellence, enseignement des sciences, ....). La Commission des Travaux a ainsi invité les collèges scientifiques à préparer des documents concernant l'état de la discipline scientifique dont ils relèvent pour pouvoir affiner le travail effectué sur un plan global dans le document susmentionné. Comme elle invite chacun d'entre eux à élaborer un plan d'action pour l'année 2011 précisant les différentes activités que le collège se propose de mener durant l'année (conférences, séminaires, projets de recherche, autres initiatives...).

Au cours de l'année écoulée, l'Académie a procédé également au lancement d'un nouvel appel d'offres auprès de la communauté scientifique nationale; cet appel d'offre a touché des domaines et disciplines prioritaires avec comme objectif principal la focalisation sur l'excellence et l'impact sur le développement socio-économique du pays. Parmi les thèmes retenus, on peut citer :

1. Agrobiotechnologie : Amélioration des fermentations alimentaires et de la qualité des produits
2. Le cancer, infection et inflammation
3. Effets des changements climatiques sur les ressources en eau et sur les écosystèmes
4. Patrimoine géologique et Géo-matériaux
5. Energie solaire et schistes bitumineux
6. Mathématiques appliquées et modélisation
7. Matériaux et nanomatériaux pour l'énergie photovoltaïque
8. Innovation, croissance et développement humain
9. Démographie et économie

Les résultats de cet appel d'offre seront proclamés dans quelques semaines, l'évaluation des projets soumis étant sur le point d'être achevé.

Sur un autre plan, l'Académie porte un intérêt particulier au développement des actions de diffusion de la culture scientifique et du savoir en organisant des journées intitulées «les jeunes et la science», devenues un rendez-vous régulier et annuel, et en soutenant des initiatives pour promouvoir le développement de la culture scientifique. Toujours dans le cadre de la promotion de la recherche scientifique, l'Académie apporte également son soutien à des manifestations et rencontres scientifiques à travers le



pays (une vingtaine par an) et offre aux chercheurs et scientifiques une tribune particulière d'expression et de communication au cours de ses sessions plénières et ordinaires. Là encore, la Commission des Travaux invite les collègues à faire des propositions pour cette activité «les jeunes et la science» programmée pour fin novembre début décembre 2011.

Sur le plan de l'encouragement de l'excellence, l'Académie prépare avec le Ministère de l'Éducation Nationale la deuxième édition du concours général en sciences et techniques; elle contribue par ailleurs à l'étude sur l'état de l'enseignement des sciences et de la technologie dans notre système éducatif (M. Belaïch). Enfin, j'invite également avec insistance les membres de notre Compagnie à contribuer par des publications originales au Journal Scientifique de l'Académie «Frontiers in Science and Engineering».

L'Académie Hassan II des Sciences et Techniques essaye donc inlassablement de s'acquitter de sa mission avec surtout le souci de promouvoir la recherche scientifique et le rayonnement des sciences et du savoir, et de mener ses actions de façon progressive dans le cadre d'une programmation réaliste, mais aussi d'une vision prospective, privilégiant certes les secteurs prioritaires mais toujours avec le même objectif, celui à la fois de «servir le pays et de contribuer au développement de la science mondiale».

Joyeux anniversaire à notre Compagnie et puisse Dieu couronner de succès nos actions et nous aider à mériter la confiance de Sa Majesté le Roi Mohammed VI et être digne de Sa bienveillance.

**Je vous remercie pour votre attention.**

\* \* \* \* \*

## Résumés de projets de recherche financés par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques

Le premier appel d'offres lancé par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques a permis le financement de 17 projets de recherche portant sur des priorités nationales en matière de recherche scientifique et technique.

Lors de la session ordinaire annuelle de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, le 18 mai 2011, tous les projets de recherche soutenus par l'Académie avaient été présentés de façon très succincte afin de faire connaître l'état d'avancement des travaux et les principaux résultats obtenus. Il avait été alors décidé de faire organiser par chaque Collège de l'Académie des journées de réflexion ou des séminaires ayant pour objet de faire une présentation plus détaillée de ces projets en y invitant les membres de la communauté scientifique nationale impliqués ou non dans la mise en œuvre de ces projets de recherche.

A fin 2010, les principales retombées scientifiques sont présentées dans les tableaux ci-après :

Personnel impliqué	Nombre
Chercheurs/Médecins	360
Post-doctorants	09
Doctorants	146
Elève-Ingénieurs	03
Master	96
Licence	20
Autre	69
<b>Total</b>	<b>703</b>

Diplômes obtenus	Nombre
Doctorat	29
Master	88
<b>Total</b>	<b>117</b>

Production scientifique et technologique	Nombre
Brevet	<b>01</b>
Articles directement associés au projet	<b>46</b>

Autres réalisations	Nombre
• Distinctions/Prix	<b>04</b>
• Manifestations scientifiques	<b>62</b>
• Collaborations internationales	<b>17</b>
• Financement de nouveaux projets	<b>05</b>

Dans ce numéro du bulletin d'information de l'Académie, nous présentons les résumés et principaux enseignements tirés de 6 projets sur les 17 financés par l'Académie.

Les résumés des autres projets achevés ou en cours d'exécution seront publiés dans les prochaines éditions du bulletin d'information.

## Prospection de sites pour les futurs «Extremely large telescopes»

### Coordonateur du projet :

*Benkhaldoun Zouhair, Faculté des Sciences  
Semlalia, Université Cadi Ayyad, Marrakech.*

### Mots clés :

*Etudes de site, Optique atmosphérique,  
turbulence, seeing, météorologie.*

### Objectif scientifique principal du projet :

L'objectif du contrat était d'apporter un appui aux efforts déjà entrepris depuis 2005, pour qualifier le site Marocain du Jbel Aklim comme site potentiel d'installation du Futur Télescope Européen: «Extremely Large Telescope». L'un des principaux objectifs scientifiques de ce contrat consistait aussi à doter le Maroc d'une base de donnée conséquente sur la qualité de l'un des sites potentiels d'observations astronomiques.

### Principaux résultats scientifiques obtenus :

Le présent contrat a été déterminant pour mener à bien la qualification du site d'Aklim. Il a contribué à améliorer l'efficacité et la régularité des mesures ainsi qu'au prolongement de la durée de la campagne.

Ce programme nous a permis d'atteindre l'un de nos principaux objectifs qui consistait à constituer une base de données scientifiques. Nous disposons, en effet, à l'heure actuelle de plus de trois années de mesures quasi-continues sur le site d'Aklim (Février 2007 - Juillet 2010), avec des données in-situ sur les conditions météorologiques au sol et en altitude ainsi que des données sur le «seeing» astronomique au sol et aux différentes couches de l'Atmosphère.

La base de donnée ainsi constituée contribuera à l'amélioration des modèles de prévision du seeing à l'échelle du globe. En outre nous utilisons déjà les résultats obtenus pour les paramètres astronomique de la haute résolution angulaire (Isoplanétique, isopistonique, temps de cohérence des front d'ondes ...) en vue de l'amélioration des techniques de cophasage des grand interféromètres.

### Retombées scientifiques et socioéconomiques du projet :

Le contrat a permis d'améliorer la connaissance des qualités des sites Marocains. Ainsi six articles ont été publiés dans des revues à comités de lecture et trois autres sont en préparation. Trois communications ont été présentés et publiés dans les proceedings de congrès internationaux et quatre autres sont en cours.

Une thèse de doctorat d'état a été soutenue et deux autres sont programmés pour Décembre 2011 et

Janvier 2012. Deux stages de Master ont été effectués dans le cadre de ce programme et 2 autres pour l'analyse de la base de donnée issue du contrat.

Nous avons participé à deux manifestations internationales ou nous avons présentés et vanté les qualités du site Marocain. Une à Paris (Colloque sur le rôle de l'Astronomie dans la société et la culture Janvier 2009), une à Padova en Italy à l'occasion de la clôture de l'année mondiale de l'Astronomie en janvier 2010.

### Conclusion

Pour l'installation du futur Extrêmement Large Télescope Européen, l'ESO a finalement opté pour le site Chilien Cerro Armazones pour ses qualités techniques mais aussi pour sa proximité de Paranal ou l'ESO a déjà installé le VLT (Very Large Telescope). Il est à noter qu'aucun des quatre sites avec lesquels Aklim était directement en concurrence, dans le cadre du programme FP6 WP1200 n'a été choisi.

Un rapport détaillant les qualités techniques de ces quatre sites, et fournit dans le cadre du programme européen FP6, montre que les deux sites d'Aklim et des Iles Canaries (ORM) sont de qualités comparables et se distinguent par rapport au sites Argentin (Macon) et Chilien (Ventarones).

Parmi les retombés de ce programme sur les sites marocains, le Maroc a été choisi pour l'installation d'un télescope de 500mm à l'observatoire de l'Oukaimeden (projet MOSS pour Moroccan Oukaimeden Sky Survey). Cet instrument est déjà opérationnel et pour son premier mois d'utilisation à effectuer plus de 5000 observations pour 1400 astéroïdes dont 72 jamais encore détectés (en phase de confirmation par le Minor Planete Center).

Enfin nous comptons poursuivre nos efforts pour :

- Continuer à promouvoir les sites Marocains auprès de la communauté des astronomes.
- Ouvrir pour doter le Maroc d'un grand Télescope (2M)
- Ouvrir pour que l'Astrophysique devienne un des axes prioritaires de la recherche scientifique au Maroc. Elle peut constituer, en effet, un des leviers de développement au Maroc étant donné le potentiel naturel dont est doté le pays en terme de qualité du ciel et par conséquent de sites potentiels pour l'observation astronomique.

**Cohorte ESPOIR Maroc :  
Etude et Suivi des Polyarthrites Indifférenciées Récentes au Maroc**

**Coordonatrice du projet :**

Najia HAJJAJ-HASSOUNI,  
Chef de service de Rhumatologie,  
Doyenne, Faculté de Médecine et de  
Pharmacie - Rabat

**Type de l'étude :**

**Cohorte multicentrique** (7centres) : L'étude intéresse 200 patients ayant une polyarthrite débutante évoluant depuis moins d'1 an. Suivi pendant 10 ans dont 2 ans d'inclusion.

**Objectifs :**

Étudier les facteurs prédictifs, les facteurs de sévérité et l'impact socio-économique des polyarthrites indifférenciées récentes au Maroc; comparaison avec l'étude ESPOIR France. Tous les patients seront revus par l'investigateur du centre de recrutement tous les 6 mois pendant 2 ans puis chaque année.

**Production :**

Production scientifique et technologique		Autres réalisations
Articles publiés/acceptés	Conférences	
<b>Directement associés au projet :</b>		Projet de lancement d'un plan national contre l'arthrite par le ministère de la santé +++ (en cours d'évaluation financière) Stages de formation de 3 rhumatologues participant au projet : un stage à Istanbul, 2 stages à Paris, un stage à Montpellier. Contribution à la formation des rhumatologues africains et du Moyen Orient (constitution de registres des biothérapies dans la polyarthrite rhumatoïde). Contribution à la formation des infirmiers pour l'administration et le suivi des biothérapies dans la polyarthrite rhumatoïde : (Rabat-Salé, Marrakech, Fès) Obtention du prix Bottu Douleur en 2008 Médaille d'or de la Société Académique Française «Arts, Sciences et Lettres», Paris – mai 2009 Election (Février 2010) et installation (décembre 2010) à l'Académie Nationale Française de Médecine, Paris Ouïssam du Mérite National, Ordre Commandeur (Juillet 2010)
Internationales : 05 <i>Les publications liées à la cohorte débiteront à la fin de la période d'inclusion de toutes les données et du gel des données et paraîtront régulièrement dans les 10 années à venir portant mention de reconnaissance du soutien de l'Académie.</i>	Internationales : 04 Nationales : 09	
<b>Associés au thème du projet :</b>		
Internationales : 05 Nationales : Portant mention de la reconnaissance à l'Académie : 14 Associés au thème : 11		

**Conclusion :**

Au Maroc, l'impact socio-économique de la PR sur les patients et la société est considérable. Il est important de participer à la sensibilisation au handicap généré chez des femmes jeunes et de l'impact sur la scolarité des filles, contraintes de quitter l'école pour prendre en charge le parent malade.

L'épineux problème du coût de la prise en charge thérapeutique nécessite de reconnaître la maladie le plus précocement possible afin d'améliorer le pronostic tout en diminuant ce coût.

Enfin ce travail de cohorte permet le développement d'un excellent esprit d'équipe en réunissant tous les spécialistes nationaux de la question autour d'une même thématique.

C'est donc un comité d'experts nationaux qui étudie une pathologie nationale afin de participer aux

débats internationaux sur cette pathologie avec des données validées à l'échelle nationale.



## Economie de la propriété intellectuelle au Maroc et comparaison aux autres pays émergents

### Coordonateur du projet :

Ahmed Driouchi, Institut d'Analyse Economique & Etudes Prospectives (EAPS), Université Al Akhawayn, Ifrane

### Objectifs du Projet

Les objectifs généraux assignés à ce projet sont la mise au point théorique et appliquée au sujet des recherches récentes en matière d'économie de la propriété intellectuelle. Tout en focalisant sur le Maroc, les comparaisons avec d'autres pays et notamment ceux en développement ne cessent de s'imposer compte tenu des problématiques engagées au niveau global et au niveau de certaines organisations internationales. Ceci pourrait certainement alimenter les politiques économiques relatives aussi bien aux technologies qu'au commerce et aux échanges en général.

### Méthodes utilisées dans ce projet

Les méthodes mobilisées pour la réalisation de ce travail incluent les techniques économétriques et notamment celles permettant des tests d'hypothèses. Ceci est souvent mené sur des données sectorielles nationales et internationales. Pour certaines questions, la construction de nouveaux modèles de décision à la fois au niveau microéconomique et macroéconomique a offert le cadre théorique qui a permis de mener les travaux empiriques d'estimation. Certains travaux (voir liste des réalisations) ont nécessité uniquement l'une ou l'autre méthode (théorique ou empirique).

### Les Réalisations du Projet (sur les trois années)

#### Contribution à des ouvrages:

- Challenges to Intellectual Property Rights from Information and Communication Technologies, Nanotechnologies and Microelectronics, IGI 2010  
Ce travail montre que la propriété intellectuelle est amenée à prendre en ligne de compte les spécificités liées et générées par les nouvelles technologies. Ces dernières incluent les technologies de l'information et de la communication, les nanotechnologies ainsi que les produits et services de la microélectronique. Les pays en développement dont le Maroc sont ainsi amenés à considérer de tels défis dans la promotion de leurs activités économiques. Le secteur de la santé est le domaine où d'importants efforts doivent être fournis compte tenu des besoins des populations en soins. Bien que ce chapitre apparaît couvrir tous les pays, ses apports pour le Maroc sont évidents.
- Market Pitfalls and Economics Processes of New Technologies for Health Systems in Developing Economies, IGI 2011.

Ce chapitre bien que traitant de la situation de la santé dans les pays en développement apporte d'importants éléments pour l'économie de la santé au Maroc et notamment la prise en ligne de compte de la propriété intellectuelle. Ce travail focalise sur les échecs des seuls mécanismes du marché dans l'allocation et la production des services de santé. Il insiste sur les rôles des technologies nouvelles ainsi que des besoins locaux des populations. Les limites structurelles de la recherche médicale, l'émigration des médecins, les besoins locaux ainsi que les défis de la propriété intellectuelle sont de nature à limiter les apports des nouvelles technologies dans les pays en développement.

### Production d'articles Scientifiques:

#### Articles publiés :

- «Enterprise creation & anti-commons in developing economies: evidence for World Bank doing business data, MPRA, 2011.»

Cet article montre à travers les données de "Doing Business" de la Banque Mondiale, que malgré les efforts fournis en matière de création d'entreprises, que les pays en développement souffrent plus de la fragmentation. Il y aurait moins d'entreprises créées dans les pays en développement par rapport aux pays développés.

Les licences de création d'entreprises seraient ainsi plus coûteuses à obtenir dans les pays en développement à cause notamment des coûts de transactions plus élevés. Ceci veut dire que même si les brevets se développent dans ces pays, et si la situation actuelle de fragmentation et d'anti-Commons se poursuit, les avantages sociaux de ces brevets et des idées de création d'entreprises seraient limités. Le Maroc se trouve aussi dans l'échantillon des pays concernés. Il faudrait donc plus d'intégration et de coordination des mécanismes d'autorisation de création d'entreprise. Ceci est de nature à élargir les rôles des marchés dans l'économie.

- «Local Universities as Engines for Innovation and Regional Development in Southern Economies with Reference to Morocco, 2011»

Ce travail insiste sur les rôles des universités et centres locaux de recherches comme moteurs du développement local et régional. Le processus implicite passe par la recherche, l'innovation, le développement de patentes et leurs valorisations. Le système éducatif offre des possibilités plus

larges aussi bien pour l'apprentissage que pour la valorisation. Les universités locales présentent donc des atouts certains pour le développement comme ceci est montré par les séries de régressions incluant des variables du savoir et celles de développement. Le Maroc avec ses centres universitaires régionaux mais aussi ses centres de création des entreprises peut ainsi créer plus de brevets et valoriser plus des ressources aux niveaux des différentes régions.

- «Introduction to Intellectual Property Rights, Software Protection & Development in the South Mediterranean Countries, MPRA, 2010»

Cet article est une introduction préliminaire à l'étude descriptive de la situation des brevets et de la protection des logiciels dans la région du Sud de la Méditerranée dont le Maroc. Les données disponibles ont permis de constater que le chemin à parcourir par lesdits pays est encore assez long pour pouvoir assurer des incitations aux producteurs de logiciels mais aussi des conditions acceptables d'accès aux moyens informatiques. Plus d'efforts en matière de lutte contre le piratage informatique sont donc attendus au niveau de ces pays. Le Maroc est aussi concerné au même titre que les autres pays en développement.

- «Digital Rights Management, Intellectual Property Rights Protection and Economic Development: The case of Digital Piracy in the South Mediterranean Countries, 2010»

Les avantages potentiels en mesure d'être atteints des technologies de communication et d'information sont aussi limités par la protection de la propriété intellectuelle et par les techniques utilisées pour limiter l'accès aux technologies. Ceci réside dans «les droits digitaux de gestion : DRM». Mais le piratage élargi peut être la cause majeure de renforcement des DRM.

Cette recherche, à travers un modèle économique simplifié, a essayé de dégager les niveaux réels de protection par groupes de pays. Les variables affectant la protection de logiciels dans les pays du Sud de la Méditerranée dont le Maroc ont ainsi été dégagées. Elles incluent les DRM. Les résultats appellent aussi vers une plus grande protection de la propriété intellectuelle dans les pays étudiés. Des investissements en connaissances sont de nature à créer des incitations à l'investissement productif domestique et étranger.

#### Articles soumis à d'autres revues scientifiques mais non encore publiés :

- International Journal of Commons (IJC): Anti-commons and Enterprise Creation in Developing Economies (2011-2012)

- Journal of World Intellectual Property (JWIP): Pricing of Generics in Morocco (2011-2012)
- African Journal of Science and Technology Development (AJSTD): Patenting and Roles of Universities in Local Development in Southern Countries (2011)
- Critique Economique, Maroc: Fragmentation et création d'entreprises avec Focalisation sur le cas du Maroc (2011-2012)

#### Articles en cours de finalisation (non soumis encore pour publication) :

- Software piracy and risk aversion in groups of world economies (2011-2012)

#### Conférences :

Elles ont été données dans la plupart des écoles notamment d'ingénieurs au Maroc sur : le rôle des Innovations, de l'Ingénierie et de la PI dans le développement scientifique et technologique au Maroc et dans les pays voisins : AUI, ENA, EMI, ENSAM, ENIM, FSJES Settat,... Des conférences et séminaires ont été donnés aussi en France (Université d'Orléans), en Italie (Université de Lecce) et en Allemagne (Université Libre de Berlin).

#### Animation et Organisation d'une Conférence avec l'OMS et le PNUD :

Il s'agit d'une conférence internationale avec l'OMS et le PNUD: Propriété Intellectuelle et Accès aux Médicaments et à la Santé dans les Pays en Développement avec la participation de représentants de différents pays d'Afrique.

#### IEAPS «staff papers»:

- Economics of Intellectual Property Rights and Plurality of stakeholders as in Festivals : The case of Morocco and comparisons with other countries.
- IPR, Generics & Genetically Modified Organisms (GMO): An Overall Discussion with World Cases.
- Impact of Economic Freedom and Piracy Losses on Foreign Direct Investment: Evidence from the MENA countries

#### Enseignement de l'Economie de la PI :

Il s'agit du Cours d'Economie Managériale à l'Université Al Akhawayn (soixante étudiants niveau : Ex-MBA, soit une vingtaine par an, 60 étudiants au total sur deux années 2009 et 2010).

#### Encadrement de travaux de fin d'études (niveau Master's) :

- Etat des lieux en matière de Franchise au Maroc, 2009
- Economie des Franchises au Maroc et étude d'un cas, 2011
- Les Patentes au Maroc, 2010

- Indications Géographiques et Agriculture au Maroc, 2011
- Labels et protection forestière Thuya, 2011
- Indications Géographiques et Agriculture au Maroc

### Participation à des activités nationales:

L'Association Nationale de la Franchise et l'AMSE, ANF : participation d'étudiants AMSE : Présentation d'un article au congrès annuel de l'AMSE sur les Anti-Commons, Juin 2011.

### Diffusion des résultats

Ceci est fait à travers le site de l'université mais aussi à travers des résumés publiés dans la presse au Maroc (voir [www.aui.ma](http://www.aui.ma) et [www.ieaps.ma](http://www.ieaps.ma)) en plus du Quotidien l'Economiste.

### Collaboration développée avec l'Université Mohammed V, Rabat :

Elle a été développée en juillet 2011 pour être mise en œuvre en décembre 2011. Elle consiste en

l'organisation d'un séminaire de recherches centré sur les résultats obtenus dans ce projet.

Ce séminaire est destiné aux doctorants de sciences économiques dont les travaux de thèse portent sur un des aspects de la problématique de la propriété intellectuelle. Il vise à partager avec les étudiants les principaux résultats ainsi que les méthodes économiques mobilisables dans le domaine. Les principaux matériaux utilisés sont les recherches poursuivies, notamment, dans le cadre du programme de recherche 2007-2011 réalisé, sous la direction de M. Ahmed Driouchi, par une équipe de chercheurs de l'Université Al Akhawayn et ayant bénéficié de l'appui de l'Académie Hassan II des Sciences & Techniques.

Le séminaire ouvre aussi des perspectives en termes d'affinement des investigations et de nouvelles pistes de recherche. Les thèmes suivants ont été programmés pour l'année universitaire 2011-2012.

## Epidémiologie prospective de l'accident vasculaire cérébral ischémique : rôle des affections cardiaques, des facteurs nutritionnels, biologiques et génétiques

### Coordonateur du projet :

El Mostafa El Alaoui Faris, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Mohammed V-Souissi, Rabat.

L'accident vasculaire cérébral (AVC) représente un véritable problème de santé mondial, non seulement dans les pays industrialisés mais aussi dans les pays en voie de développement. Le Projet AVC est un projet fédérateur impliquant plusieurs chercheurs et plusieurs institutions universitaires nationales. Le projet a démarré en Octobre 2008 pour une durée de 4 ans et avait deux objectifs principaux :

- La réalisation d'une enquête épidémiologique qui permettra l'étude de la prévalence et de l'incidence des AVC dans notre pays (première fois au Maroc, voire dans les pays arabes).
- L'étude des aspects cliniques, physiopathologiques, génétiques et métaboliques propres aux patients marocains.

L'enquête épidémiologique s'est étalée entre 1<sup>er</sup> février et le 30 avril 2009, et a déjà atteint ses objectifs, avec l'étude de la prévalence, de l'incidence et de la mortalité des AVC au Maroc. Les AVC sont fréquents au Maroc, en particulier chez les sujets âgés. Ils représentent une maladie grave, mortelle (décès du tiers des malades au cours de la première année) et sont responsables d'un handicap moteur sévère chez plus de la moitié des survivants, ce qui implique donc la mise en place d'une politique de santé globale. L'étude de prévalence a permis également l'estimation du coût économique. Le coût moyen direct de la prise en charge annuelle

d'un patient AVC, dans une structure hospitalière publique est estimé à 35 721 dirhams. Au niveau national pour une prévalence de 283/100 000 habitant, ce coût est estimé à 3 341 150 569 dirhams, soit 0,29% du PIB marocain, 10% des dépenses de santé au Maroc. A l'horizon 2030, et du fait de l'accentuation du vieillissement de la population marocaine, ce coût s'élèvera à environ 5 milliards de dirhams.

L'étude clinique, génétique et métabolique a débuté en septembre 2010 sur une durée de 2 à 3 ans. Le volet clinique permettra d'approcher les causes et la physiopathologie des AVC.

Le volet génétique a permis la recherche des gènes susceptibles d'être impliqués dans la genèse des AVC. Les résultats préliminaires ont permis de calculer la fréquence allélique des 5 gènes FII, FV, MTHFR, ACE et ApoE dans la population générale marocaine (art 1 et 2), de conclure à leur informativité ou non dans la genèse des AVC, de mettre au point une technique dite PCR Multiplex afin d'explorer à la fois les gènes FII, FV et MTHFR et donc de réduire de 40% le nombre des manipulations (Art 3). L'actualisation des données bibliographiques nous a amené de retenir certains gènes que nous n'avons pas retenus en 2008. Actuellement tous les malades ont été étudiés pour les 5 gènes, il reste à analyser les résultats en corrélation avec les données clinique et métaboliques.

L'étude clinique, génétique et métabolique a débuté en septembre 2010 sur une durée de 2 à 3 ans. Le volet clinique permettra d'approcher les causes et la physiopathologie des AVC. Le volet génétique

permettra la recherche des gènes susceptibles d'être impliqués dans la genèse de certains AVC. Les résultats préliminaires ont permis de calculer la fréquence allélique des gènes FII, FV, MTHFR, ACE et ApoE dans la population marocaine (art 1 et 2), de mettre au point une PCR Multiplex pour explorer à la fois les gènes FII, FV et MTHFR et réduire de 40% le nombre des manipulations (Art 3). L'actualisation des données bibliographiques a permis de retenir certains gènes que nous n'avons pas retenus en 2008.

Le volet métabolique comporte l'étude des différentes apolipoprotéines (ApoA1, ApoB), marqueurs de l'oxydation lipoprotéique (paroxonase 1), et des marqueurs de l'inflammation vasculaire (MMP-9, TIMPs, CRPus, Homocystéine).

Les contributions scientifiques du projet sont nombreuses :

- Acquisition d'une expertise en matière d'enquête épidémiologique.
- Formation des enquêteurs et des neurologues aux enquêtes épidémiologiques.
- Présentation des résultats lors de congrès et de rencontres nationales et internationales.
- Préparation de thèses et de masters.
- Publications scientifiques.

Les publications de l'équipe de génétique sont les suivantes :

#### Articles publiés

Prothrombin G20210A and Factor V Leiden Polymorphisms in Stroke. They-They TP, Battas O, Slassi I, Rafai MA, Katumbay DT, Nadifi S. J Mol Neurosci. 2011 Jun 24. [Epub ahead of print]

Prevalence of angiotensin-converting enzyme, methylenetetrahydrofolate reductase, Factor V Leiden, prothrombin and apolipoprotein E gene polymorphisms in Morocco. They-They TP, Hamzi K, Moutawafik MT, Bellayou H, El Messal M, Nadifi S. Ann Hum Biol. 2010 Nov; 37(6):767-77. Epub 2010 Aug 5.

Methylenetetrahydrofolate reductase (C677T) polymorphism and large artery ischemic stroke subtypes. They-They TP, Nadifi S, Rafai MA, Battas O, Slassi I. Acta Neurol Scand. 2011 Feb;123(2):105-10. doi: 10.1111/j.1600-0404.2010.01348.x.

#### Articles sous presse

Robust multiplex test for prothrombin G20210A mutation, FVL G1691A mutation and mthfr C677T polymorphism. K Hamzi, I Slassi, M Elalaoui, M Elyahyaoui, S Nadifi. heartviews\_92\_11.

Large-Scale Meta-analysis of Genetic Studies in Ischemic Stroke: Five Genes Involving 152,797 Individuals. K Hamzi, A Tazzite, S Nadifi. IJHG\_57\_11.

Genetics of stroke : review. Khalil Hamzi, Brehima DIAKITE and Sellama NADIFI

International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research issue January 2012.

#### Chapitre de livre

Sellama NADIFI and Khalil Hamzi : 'stroke, epidemiological and genetical approach' Neuromuscular diseases Book 2012 (editor: Mrs. Ana Skalamera,

Publishing Process Manager - InTech Open Access Publisher, skalamera@intechweb.org )

### Etude de l'efficacité de la consommation de l'huile d'argane sur le profil anthropométrique, lipidique, les statuts antioxydants et détermination de l'effet hydratant de la peau chez les femmes ménopausées

#### Coordonatrice du projet :

Zoubida CHARROUF, Université Mohamed V, Rabat-Agdal.

#### Porteurs du projet :

Hassan AGUENAOU

Université Ibn Tofaïl, Kénitra, URAC 39.

Yahya BENSOUIDA

Université Mohamed V, Rabat-Souissi.

Abdelfettah DEROUICHE

Université Hassan II - Mohamedia, Casablanca

Le projet Argan Femmes Ménopause (ARFEM) s'inscrit dans le Projet «Arganier : Valeur nutritive, médicale et cosmétique», financé par l'Académie Hassan II et la Fondation Lepercq. Il est porté par l'Association Ibn Al Baytar et réalisé par un consortium de plusieurs universitaires.

L'objectif d'ARFEM est de démontrer l'impact de la consommation régulière de l'huile d'argane chez

les femmes ménopausées, pour la santé et le bien être, et ce en étudiant, chez ce groupe, l'efficacité de la consommation de l'huile d'argane sur le profil anthropométrique, lipidique, le statut antioxydant et l'effet hydratant de la peau.

L'effet de l'huile d'argane a été comparé à celui de l'huile d'olive. Les deux huiles végétales sont composées de plus de 80% d'acide gras insaturés. Elles sont de type oléique linoléique. La consommation de l'huile d'olive a induit une diminution significative du poids et de l'indice de masse corporelle. On relève aussi une diminution du cholestérol total, LDL, HDL et triglycérides pour les 2 groupes. Cependant, cette diminution n'est significative que pour le groupe olive pour le cholestérol total. Une augmentation significative de la concentration sérique de vitamine E de 25,5 a été entraînée par la consommation d'huile d'argane.

Pour ce qui est de l'hydratation de la peau, la consommation de l'huile d'argane, particulièrement

riche en acide linoléique, a montré une amélioration de l'hydratation cutanée traduite par une augmentation significative de la TEE et une diminution significative de la PIE observée lors du 2<sup>ème</sup> mois de consommation. La consommation de l'huile d'olive riche en acide oléique montre une amélioration de la TEE de la peau en allant de J0 au J2 et aussi de la PIE lors du 1<sup>er</sup> mois et qui commence à se perdre le 2<sup>ème</sup> mois.

Ce travail montre pour la première fois le bénéfice nutritionnel de la consommation de l'huile d'argan et d'olive sur les profils anthropométrique, lipidique

et antioxydant, ainsi que sur l'hydratation de la peau des femmes ménopausées. Il aura un grand impact direct sur la commercialisation de l'huile d'argan dans les segments cosmétique et nutraceutique.

Outre l'intérêt scientifique, le projet ARFEM a pu former plusieurs étudiantes en thèse et en master. Le projet ARFEM a été présenté dans des congrès et conférences. Il a été diffusé dans les médias écrit et parlé. Il a été sélectionné par France 2 pour son documentaire «les activateurs des neurones» et a été retransmis en juin 2011.

## Etude de la variabilité génomique du chêne liège et multiplication clonale par embryogenèse somatique

### Coordonnateur du projet :

LAMARTI Ahmed<sup>1</sup> (Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Agdal - Rabat)

### Porteurs du projet :

BELKADI Bouhra<sup>2</sup>, EL ANTRY TAZI Salwa<sup>3</sup>, FILALI-MALTOUF Abdelkarim<sup>2</sup>, MAKHLOUFI Mohamed<sup>3</sup>, LAAKILI Amal<sup>2</sup> et BEN ALI Naouar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Equipe de Biotechnologie Végétale. Université Abdelmalek Essâadi, Faculté des Sciences de Tétouan.

<sup>2</sup> Laboratoire de Microbiologie et Biologie Moléculaire. Université Mohammed V - Agdal, Faculté des Sciences de Rabat.

<sup>3</sup> Service de sylviculture et Santé des Forêts. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD). Centre de Recherche Forestière (CRF), Agdal, Rabat.

Malgré tous les efforts fournis par les divers départements en charge de la forêt nationale, l'aire subéricole marocaine continue à diminuer drastiquement. Le consortium multidisciplinaire et complémentaire constitué dans le cadre de ce projet financé par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques s'est fixé pour objectifs :

- Evaluation moléculaire de la variabilité génétique naturelle;
- Détermination de la structuration des peuplements du chêne liège par les approches moléculaires (flux de gènes à différentes échelles géographiques)
- Caractérisation des arbres plus;
- Expérimentation et pratiques culturales par boutures;
- Micropropagation par embryogenèse somatique;
- Vérification de la variation somaclonale par des marqueurs moléculaires;
- Essais de plantation et suivi sur le terrain.

Pour cette première phase du projet, 67 prospections de terrain ont été réalisées. Nous avons localisé par GPS et décrits morphologiquement 330 arbres. Les relevés morphométriques ont été consignés sur des fiches techniques préétablies. L'ensemble des données recueillies, caractères dendrométriques et écologiques, seront analysés statistiquement pour élucider la variabilité entre et au sein des

provenances. Par ailleurs, il a été établi une base de données géographiques des 59 arbres «Plus» répertoriés et un catalogue a été constitué. Ce dernier est conçu par provenance et englobe la description écologique des peuplements ainsi que les caractères dendrométriques des arbres. Il sera mis à la disposition de la communauté scientifique nationale et internationale.

Le volet caractérisation moléculaire a été amorcé. Les marqueurs inter-microsatellites (ISSR) pour sonder le génome nucléaire du chêne liège ont été utilisés. Les 16 amorces ISSR déterminées ont été utilisées pour l'analyse de peuplements de la forêt Mâamora. Ils révèlent un taux de polymorphisme élevé entre 2 peuplements de cette forêt. L'analyse sera étendue aux différents peuplements collectés, ce qui permettra en plus de mettre en évidence des marqueurs spécifiques-peuplement et/ou spécifiques-canton. Par ailleurs, la caractérisation moléculaire des arbres «Plus» par des marqueurs microsatellites (SSR) sera faite. Dans ce cadre, 8 amorces SSR polymorphes, informatives et spécifiques du chêne liège ont été testées sur des échantillons à la recherche des conditions optimales d'amplification.

Le dernier volet de ce travail a concerné la multiplication végétative des arbres «Plus» du Chêne liège par embryogenèse somatique (ES) et par bouturage. Les investigations menées ont montré que l'ES dépend de la provenance (subéraies de montagne ou de plaine), du diamètre de la bouture, de la date de la collecte, des conditions de culture (température, hygrométrie, lumière, régulateurs de croissance). Nous avons relevé par ailleurs, l'importance du contrôle phytosanitaire durant ces investigations. Deux fiches techniques ont été élaborées, la première concerne le débourement des boutures et la seconde l'induction directe de l'embryogenèse somatique primaire sur les limbes foliaires. Pour la multiplication à grande échelle, l'embryogenèse somatique secondaire et l'automatisation sur un milieu liquide ont été réussies.

**Green Growth with Water\***

(position paper)

**Dr. Kenzo HIROKI**

International Centre for Water Hazard and Risk management (ICHARM)  
under the auspices of UNESCO-Public Works Research Institute  
Tsukuba, Japan



This paper advocates that water is “fundamental element in green growth” that works either positively or negatively. It suggests a few key recommended actions to accelerate green growth by optimizing use of water while minimizing negative impact by water events such as flooding, drought or water pollution.

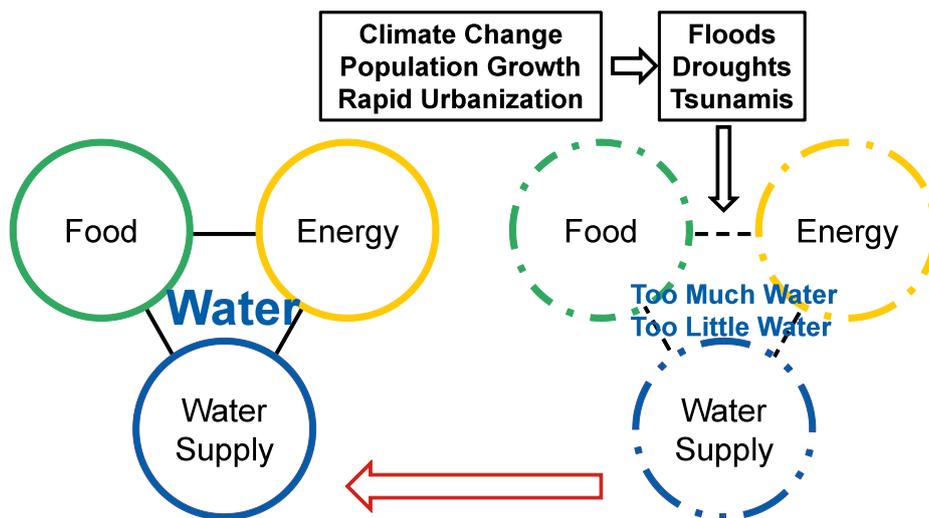
**1. Green growth with water**

Green growth is not possible without properly addressing water, i.e. water. 100% of agricultural production and 95% of energy generation (thermal, hydro, tidal and nuclear power as well as even solar of which production requires massive pure water) involves water at processing, production

and/or disposal. Climate change is felt through water in severest form, e.g. sea level rise and flooding. Green growth loses the cleanliness if water involved is not properly dealt with. Green economy without addressing blue will result in social conflict, environmental degradation, and economic loss.

Wisely harnessing and exploiting water, on the other hand, promotes green growth and brings huge benefit to society by, e.g., generating income and enhancing health and well-being for the people. Investing a dollar for water in a sector, say health, generates returns of 10 dollars or more (by reducing water-borne deceases, etc.).

**Concept of ‘Green Growth with Water’**



**Water, Food and Energy are keys for sustainable Development and Green Growth. Water-related Disaster Risks should be reduced in order to ensure Green Growth.**

\* Conférence présentée le 10 octobre 2011 à l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, sur invitation du CSTETM. M. Hiroki a été coordinateur de la mise en oeuvre de la politique Scientifique et Technologique du Gouvernement du Japon.

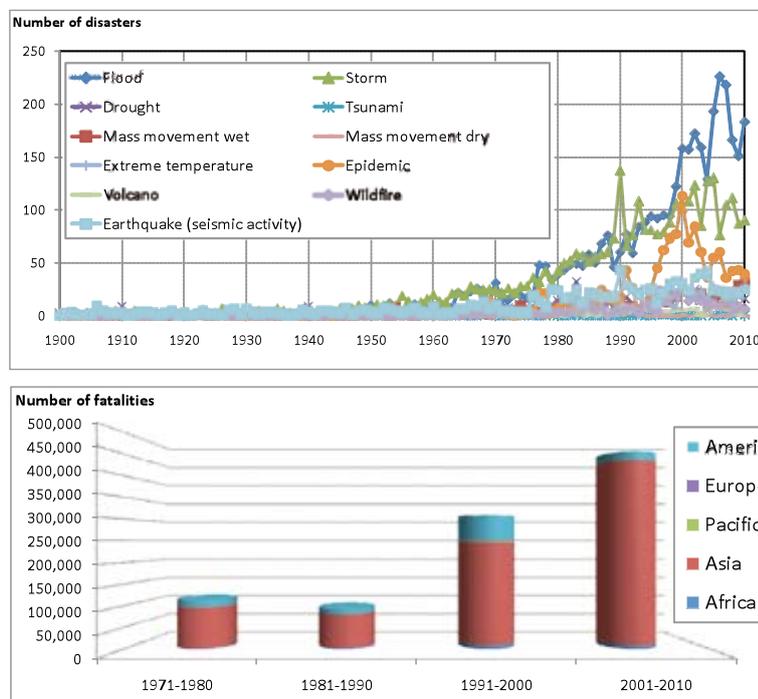
As water is finite resource, cycling through environment (air, ground and sea), water use, disposal and management should be coordinated by all the related sectors. Good governance is a must for a community and a country to manage such complicated but useful element of social and economic development, by turning individual will and capability into collective action.

Water in green growth should be addressed in the key facets as follows :

- Defining role of water in nexus of the other green growth sectors such as food and energy
- Assessing and proposing concrete ways to mitigate negative water impact on green growth
- Creating new paradigm of green economy using water as catalyst for change

## 2. Green security by sharing vision, action, and benefit

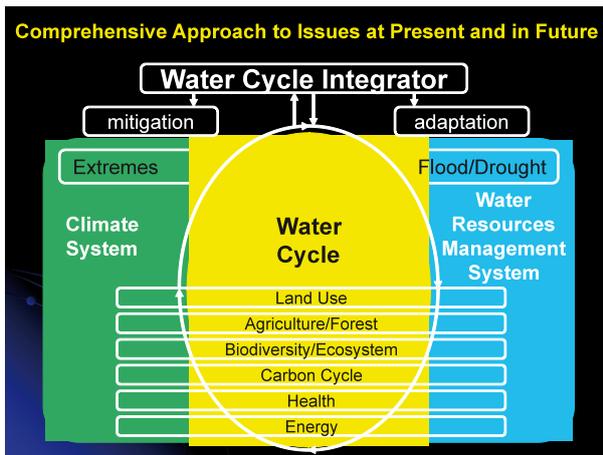
Water is a key which makes a bridge between the socio benefit areas including agriculture and forestry, health, energy and human settlement and the geophysical and bio-geochemical water cycle processes in atmosphere, oceans and land. Those who lack water security (including security from water-related disasters) are overwhelmingly likely to be poor, to live in geographically isolated, disaster-prone or ecologically degraded locations, and to lack the benefits of effective local government and infrastructure. Climate change adds another formidable challenge, especially in water which is essential in the human society and the natural climate system.



Source: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database (As of Sept 2010)

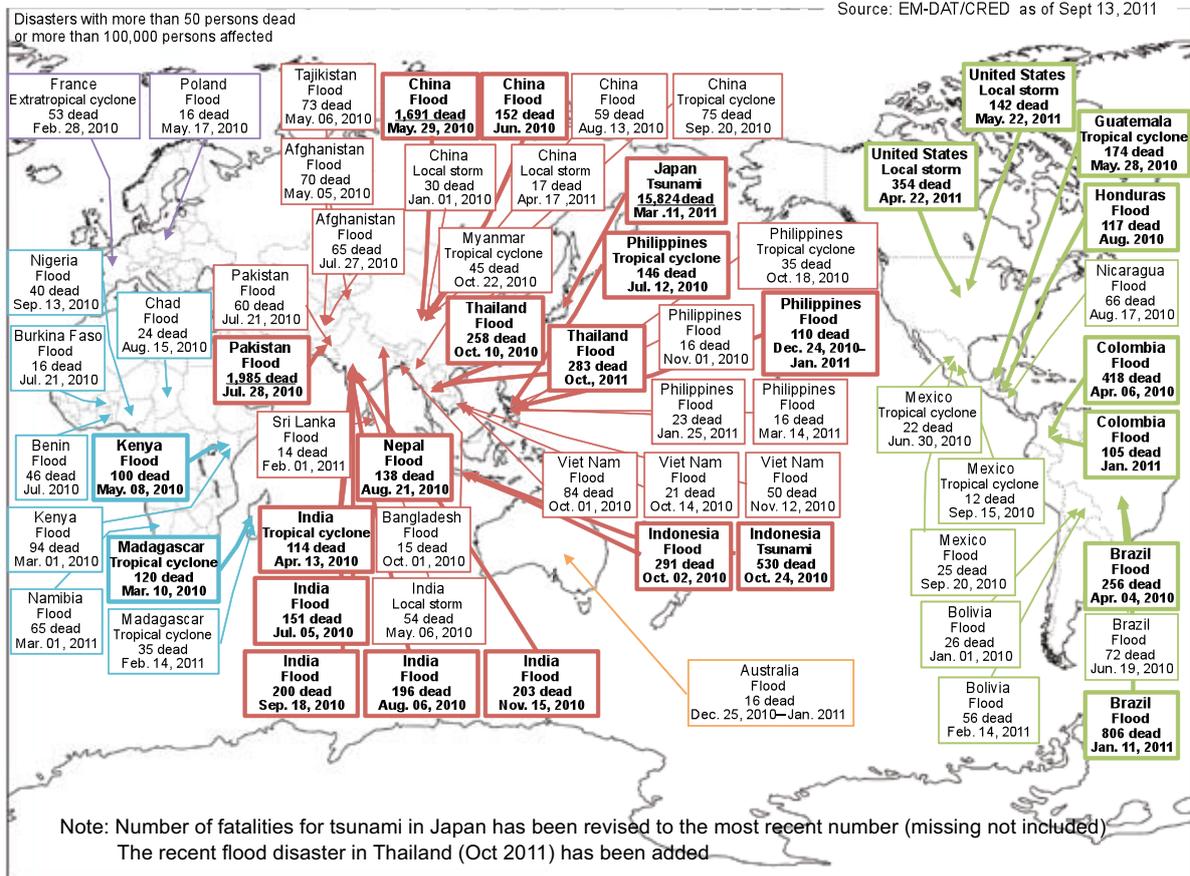
It is critically important to recognize the fundamental linkages among water; land use, including deforestation; ecosystem services; and food-, energy- and health- securities. By sharing coordinated, comprehensive and sustained observations and information for sound decision making, we need to develop effective collaborations for working together among different disciplines, sectors and agencies, and then, a holistic view of the continuity between environmentally sustainable development, climate change adaptation and enhanced resilience. And in doing so, it is critical to enable *end-to-end* cooperation among policy-makers, scientists, engineers, economists, water managers, decision-makers, local communities and other stakeholders.

Capacity building is indispensable for good governance. Individual capacity should be developed not only to improve professional skills but to broaden views and perspectives in coordinating with people and institutions out of “water box”. The use of water by different sectors (agriculture, energy, domestic, industry etc.), and the way in which these uses affect each other, require cross-sectoral Integrated Water Resources Management (IWRM) approaches, not least to address adaptation (horizontal integration). Similarly, in the river basin context, IWRM bridges from the community/watershed level through the basin, across boundaries within and between countries (vertical integration).



Once a catastrophic event occurs, its negative impacts are not only to penetrate in a single country or region but also to widely spread out beyond its

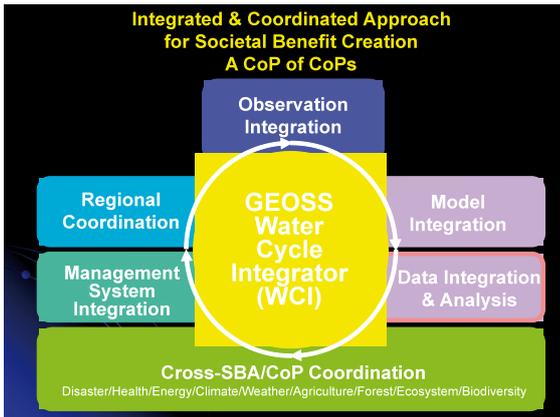
border in terms of economic impacts within the heavily interconnected international community. Such world-wide effects should be minimized by collective actions to encourage international solidarity by sharing vision, action and benefits where free-riders are not encouraged. Necessary actions should be taken at all levels including governments, communities and individuals where policy focus is shifted from passive/responsive approach to proactive/preventive approach. It is time to take further steps forward in order that no additional burden and regret is left to future generation in the sense that every possible effort is done under the responsibility of present generation. Continuous efforts to invest in capacity building and in proactive/preventive measures should be reinforced by 'green financing' to mobilize resources to keep the nexus of green growth stable.



### 3. Green innovation shedding light on future

To accelerate the coordinated and integrated efforts, we need to develop a holistic coordination capability, including observation integration, science and model integration, data integration & analysis, community of practice, cross-socio benefit area cooperation, management system integration, and sustained education framework. It is expected that there will be a large increase in the volume and diversity of observations from inhomogeneous data sources

during the next decade, especially in the fields of Earth observations and climate predictions and their applications to societal benefits. We need to develop a system for data integration and analysis that includes the supporting functions of life cycle data management, data search, information exploration, scientific analysis, and partial data down-loading. For improving data interoperability, we also need to develop a system for identifying the relationship between data by using ontology on technical terms and ideas, and geography.



In the fields of Earth observations, it is required to enhance both in-situ and satellite observation on a global basis. Since we may face very difficult situation that the collected global observation data would be huge volume with huge variety, it is essential that the Earth observation institutes should work together to collect and provide the global observation data. It is GEOSS that may play such a role in the wide international cooperation. GEOSS is developing information products and services on the global observation data that serve not only the nine societal benefit areas such as Agriculture, Biodiversity, Climate, Disasters, Ecosystems, Energy, Health, Water, and Weather but also the overarching tasks among these areas. We, therefore, need to keep on promoting the 10 year implementation plan of GEOSS. In addition, we also need to develop reliable climate model which make climate projection more precise both in global and local level in order to assess risks of climate change.

Whenever users within one societal benefit area have a dependency on observations and data products originating from another societal benefit area, it is essential that a comprehensive set of requirements is communicated. A “work bench”, a virtual geographical or phenomenological space where experts and managers work together to use information to address a problem within that space, can provide opportunities of sharing data, information and applications in an interoperability way, exchanging knowledge and experiences, deepening mutual understanding and working together effectively among various partners.

By providing many ways to connect its various components to serve specific needs, opportunities for interconnection between various societal benefit areas, and ways to share implementation experiences, we will be able to realize a future wherein decisions and actions for the benefit of humankind are informed by coordinated, comprehensive and sustained observations and information.

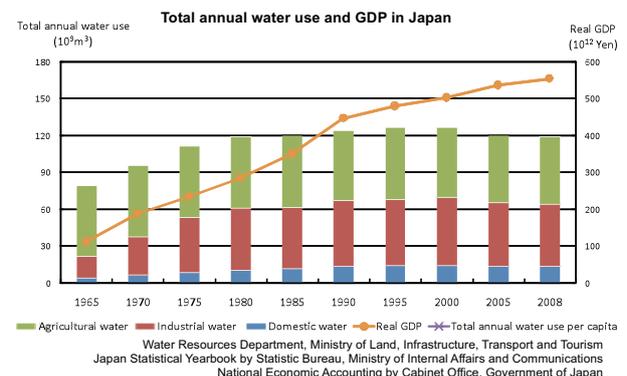
There is still a “disconnect” between the knowledge generated by the scientific community and the specific needs of stakeholders. There is a need to bridge this gap, to re-examine the basic planning methodology, and

to reduce the gestation period from scientific finding to practical implementation. It is critically important to encourage scientists to “translate” their findings into a language understandable by decision-makers, planners and other non-scientists; and to encourage decision-makers and other non-specialists to increase their scientific literacy. A more effective dialogue is required between scientists and stake holders, both to improve the dissemination of scientific information as well as to learn from the experiences, knowledge and the needs of user communities. Develop and share knowledge bases of local-level data, information and best practices for directed action.

Governments should designate “water focal point” officials in green nexus sectors, e.g. food, energy, transport and environment. Water focal point officials are expected to share information and coordinate water related activities of the nexus sectors. Governments should also designate “international water focal point” officials. They are expected to share information and coordinate with international focal point officials and international institutions so that country actions can have synergy effects by regional and global coordination.

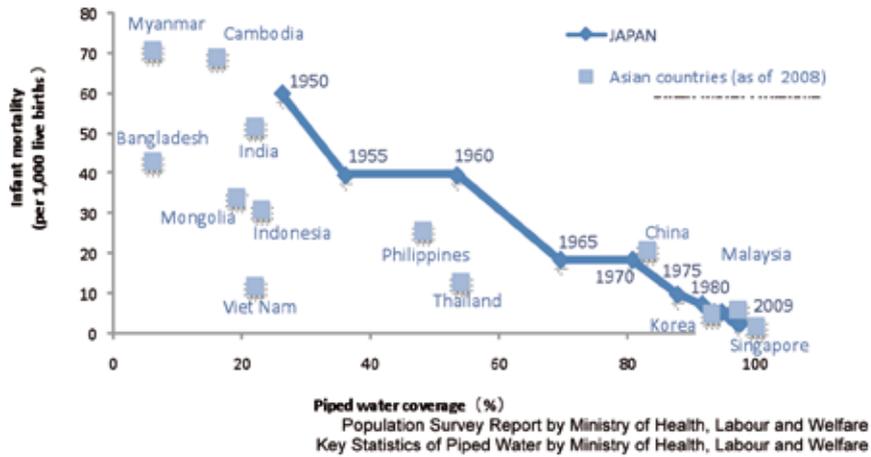
### Reference: Experiences in Japan and the Asia-pacific region

Japanese experiences show that continuous efforts to invest in capacity building and in proactive/preventive measures have brought economic, social and environmental benefits leading to sustainable development with security. Economic growth in Japan has been sustained by water resource development that necessitates appropriate funds to be covered by the benefits. Continuous efforts including necessary public expenses can reduce negative impacts, for example, the rate of infant mortality by water-borne diseases, the level of polluted water in rivers, and the number of fatality by water-related disasters have been dramatically decreased. This emphasizes green financing which intensive funding in advance of demands and necessary investment to be prepared for a catastrophic event can be cost effective.

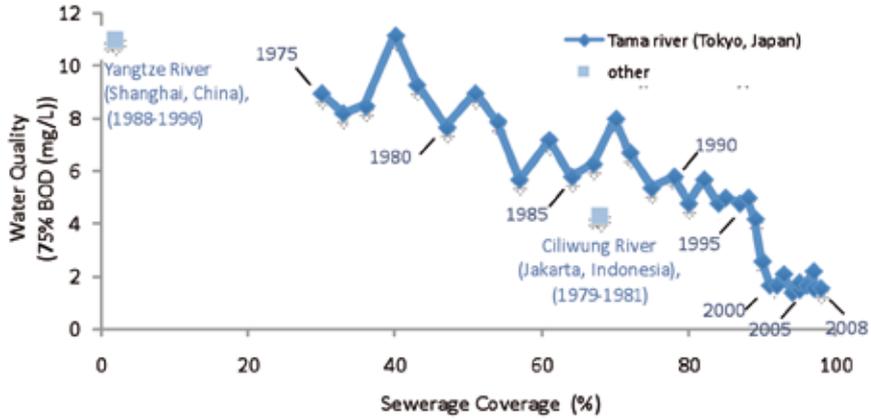




### Piped water coverage and Infant mortality

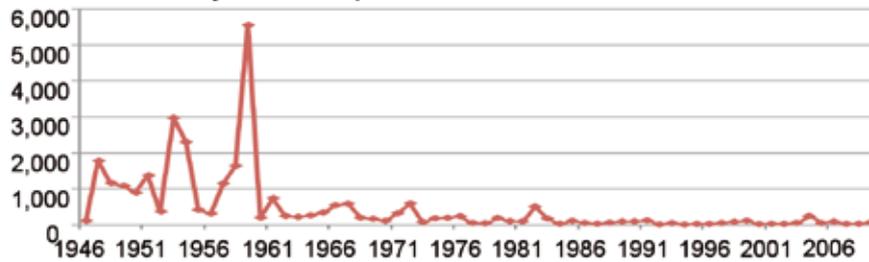


### Sewerage coverage and water quality

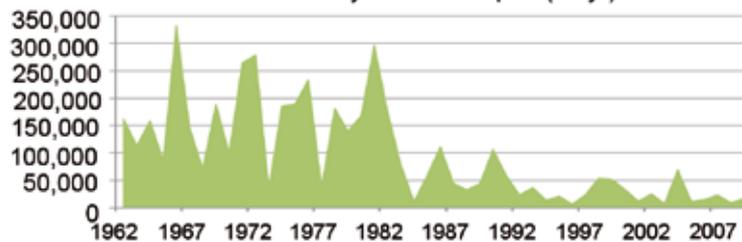


### Number of fatalities and inundated area by floods in Japan

Number of fatalities by floods in Japan



Inundated area by floods in Japan (ha/yr)



Source: Water Disaster Statistics, Ministry of Land, Infrastructure Transport and Tourism, Japan

## Activités de l'Académie

Dans le cadre du cycle de conférences scientifiques organisées par le Collège des Sciences Physiques et Chimiques et tenant compte de la proclamation de 2011 «Année Internationale de la Chimie» par les Nations Unies, Monsieur le Professeur Gérard Guillaumet a été invité le 26 octobre 2011 à l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques pour animer une conférence intitulée :



### «Méthodologies de synthèse en série pyridinique et diazinique. Exemple d'application à la chimie médicinale.»

Monsieur Gérard Guillaumet, ancien Président de l'Université d'Orléans (France) et Directeur fondateur de l'Institut de Chimie Organique et Analytique (ICOA) a supervisé plusieurs thèses de doctorat, soutenues par des chercheurs marocains. Il a, à maintes reprises, autorisé des étudiants-chercheurs marocains à effectuer de longs séjours scientifiques à l'ICOA afin de compléter leur formation dans le domaine de la synthèse hétérocyclique.

Cette fructueuse collaboration a fait l'objet de plusieurs thèses en cotutelle et de plusieurs publications dans des revues internationales.

Pour lui rendre hommage, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques l'a invité à présenter les résultats obtenus par les doctorants marocains dans le cadre des thèses en cotutelle.

Ainsi, une assistance constituée de membres de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, de professeurs, de chercheurs et de doctorants a suivi avec attention et intérêt la présentation qu'il a faite dont nous donnons une description ci-après :

Dans le cadre des travaux développés avec différents collègues marocains, la synthèse et la fonctionnalisation d'hétérocycles azotés voire oxygène-azotés occupent une place prépondérante. Ont ainsi été élaborées diverses entités bi- ou tricycliques telles que les dihydropyranopyridines, les tétrahydropyridoisindolones, les imidazopyridines ou pyridazines ainsi que les pyrido- ou pyrazolopyrimidines.

Au niveau des réactions mises en jeu, il a été fait appel aux techniques modernes de la synthèse organique et, en particulier, aux couplages métallo-catalysés. Dans ce cadre, les investigations ont porté sur la formation de liaisons carbone-carbone ou carbone-azote et ce, au départ de liaisons carbone-halogène, carbone-soufre et carbone hydrogène. Par ailleurs, outre les séquences précitées, l'accès aux cibles visées a, également, nécessité d'utiliser les cyclisations de Diels-Alder à demande inverse. A noter que pour bon nombre de réactions, le travail a été réalisé sous irradiation micro-ondes permettant ainsi, dans

plusieurs cas, un gain de temps considérable doublé d'une sensible amélioration des rendements.

La présentation d'une application des recherches concernant la conception et la préparation de molécules susceptibles de posséder une activité thérapeutique tant dans le domaine du cancer qu'au niveau du système nerveux central a été faite.

A l'invitation du Professeur Omar Fassi-Fehri, Secrétaire perpétuel de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, le Professeur André BRAHIC, Astrophysicien de renom au Commissariat à l'Energie Atomique (France), professeur à l'Université de Paris VII, et directeur du laboratoire Gamma-gravitation, a donné le vendredi 14 octobre 2011 au siège de l'Académie du Royaume du Maroc, une conférence sous le titre :



### «Dernières nouvelles d'un jeune univers : du monde merveilleux de saturne aux confins de l'espace»

Comme celles qui l'ont précédée, cette conférence s'inscrit, dans le sens des missions dont est investie l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, notamment pour ce qui concerne le développement de la communication de haut niveau entre la communauté scientifique nationale et l'élite scientifique mondiale, ainsi que pour ce qui concerne le développement de la culture scientifique, particulièrement parmi les jeunes.

Le Professeur André Brahic a travaillé sur les supernovæ, la théorie du chaos, la dynamique des galaxies, les anneaux planétaires et la formation du système solaire dont il est l'un des plus grands experts au monde. Il est spécialiste de l'exploration du système solaire par les sondes spatiales. S'intéressant aux anneaux des planètes géantes il a élaboré l'un des principaux modèles concernant les anneaux de Saturne, découvert, avec William Hubbard les anneaux et les arcs de Neptune, cinq ans avant leur confirmation photographique par la sonde Voyager.

André Brahic fait partie de l'équipe d'imagerie de la sonde Cassini et il est membre de la communauté Cassini. Il a reçu le prix Carl-Sagan 2000 aux États-Unis ainsi que le prix Jean-Perrin 2006 de popularisation scientifique qui lui a été remis par la société française de physique en reconnaissance de ses efforts de popularisation de la Science. En 1990, l'astéroïde (3488) Brahic a été baptisé en son honneur.

Auteur de nombreux ouvrages, André Brahic a publié entre autres :

Les comètes, 1993;  
Enfants du Soleil, 1999;  
Planètes & Satellites : Cinq leçons d'astronomie, 2001;  
Lumières d'étoiles. Les couleurs de l'invisible, 2008;  
De feu et de glace, 2010.

## Les journées «Les Jeunes et la Science au service du développement»



Dans le cadre des grandes orientations de Sa Majesté le Roi Mohammed VI, que Dieu l'assiste, notamment en matière de promotion de la jeunesse, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, en partenariat avec le Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique, organise pour la 6<sup>ème</sup> année consécutive les journées «Les Jeunes et la Science au service du développement» du 28 novembre au 05 décembre 2011, sous la thématique principale de la Chimie, en relation avec la décision prise par l'ONU et l'UNESCO de faire de l'année 2011 «Année internationale de la Chimie».

Le programme de l'édition 2011 des journées «Les Jeunes et la Science» sera réalisé avec l'aide des Académies Régionales pour l'Education et la Formation (AREFs) et la participation de l'Institut de Recherche et de Développement (IRD-France).

Les collèges scientifiques de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques ont animé, dans le cadre de ces journées, des conférences, des ateliers, des visites d'usine, des rencontres de sensibilisation, des rencontres avec des opérateurs R&D (Hautes technologies), des expositions et la projection d'un film documentaire sur l'histoire de la chimie et les industries chimiques. Il s'agit notamment de :

- Nombre d'**AREF** impliquées : 10;
- Nombre (estimatif) d'élèves concernés : 7500;
- Nombre (estimatif) d'enseignants mobilisés : 700;
- Nombre de conférenciers /animateurs : 60.
- Nombre de conférences : 53;
- Nombre de visites : 3;
- Nombre de rencontres de sensibilisation : 2;
- Nombre de rencontres avec des opérateurs R&D (Hautes technologies) : 2;
- Nombre d'atelier : 2;
- Nombre d'Expositions : 2;
- Projection de film : 1.

Globalement, le déroulement des manifestations programmées s'est bien passé. Le programme établi a été entièrement mis en œuvre avec succès et les échos sont encourageants et favorables, aussi bien du côté des intervenants que du côté des bénéficiaires.

## Collège des Sciences et Techniques du Vivant Séminaire sur l'état d'avancement des projets de recherche financés par l'Académie

Le Collège des Sciences et Techniques du Vivant (CSTV) a organisé le jeudi 30 juin 2011 un séminaire sur l'état d'avancement des projets de recherche financés par l'Académie. Le Secrétaire Perpétuel a participé à l'ouverture du séminaire et a insisté sur l'importance qu'il y avait à impliquer progressivement la communauté scientifique nationale spécialisée dans la mise en œuvre des programmes de l'Académie grâce à une information régulièrement partagée.

Le Directeur du CSTV a aussi insisté sur ce point ainsi que sur le fait que la journée de réflexion ne consistait pas en une évaluation des projets de recherche, qui se fait selon les critères et les normes établis par l'Académie, mais qu'elle avait pour objet d'informer et d'apporter tous les éclaircissements jugés utiles pour faire connaître l'action de l'Académie.

A la suite de chaque présentation, une discussion s'est instaurée entre tous les participants afin d'apporter des informations précises sur les différentes étapes de la mise en œuvre des projets de recherche, les difficultés rencontrées et les résultats obtenus et attendus avant la terminaison de ces projets. La qualité de ces échanges mérite d'être soulignée ainsi que la satisfaction générale exprimée par l'assistance qui a, non seulement reconnu l'utilité de la démarche, mais a aussi souhaité son renouvellement à l'avenir.

Le CSTV, qui en a discuté lors de sa réunion de septembre 2011, renouvellera l'opération en 2012, lorsque les projets se rapprocheront de leur phase finale d'exécution.

Lors de ce séminaire, les projets suivants ont été présentés :

- Etudes génomique et immunologique de la tuberculose dans la population marocaine (en cours)
- Epidémiologie prospective de l'accident vasculaire cérébral ischémique : rôle des affections cardiaques, des facteurs nutritionnels, biologiques et génétiques (en cours)
- Etude de la variabilité génomique du chêne liège et multiplication clonale par embryogénèse somatique (en cours)
- Etude de l'efficacité de la consommation de l'huile d'argane sur le profil anthropométrique, lipidique, les statuts antioxydants et détermination de l'effet hydratant de la peau chez les femmes ménopausées (achevé).

## Nouvelles des Académiciens

### 1. Pr. Albert Sasson décoré par S.M. Le Roi.



A l'occasion des festivités commémorant le douzième anniversaire de l'accession de S.M. le Roi au trône de ses glorieux ancêtres organisée à Tanger le 30 juillet 2011, le souverain a décoré M. Albert Sasson, membre résident de l'Académie Hassan II des Sciences et Technique et directeur du Collège des Sciences et Techniques du Vivant, du Ouissam Al Arch de l'ordre de commandeur, au titre de membre de la commission consultative de révision de la constitution.

### Pr. A. Sasson poursuit son engagement en faveur du développement des biotechnologies

A. Sasson poursuit ses activités de membre du groupe consultatif de la Commission Européenne sur la coopération internationale en recherche scientifique et technologique. Il continue d'exercer les fonctions de conseiller en biotechnologies auprès du conseiller scientifique du Premier Ministre de Malaisie. En juillet 2011, il s'est rendu dans ce pays pour le lancement de son dernier ouvrage, «Health Care, Food and Nutrition», co-publié par l'Académie des Sciences de Malaisie et l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques.

Au Mexique, A. Sasson a, depuis 2006, coordonné l'organisation d'un événement important en biotechnologies, les congrès Bio Monterrey qui se tiennent dans la ville de Monterrey (Etat de Nuevo Leon, seconde ville du Mexique) en 2006, 2008, 2010 et 2011. Il a été le rapporteur général du dernier congrès, qui est appelé à devenir le grand événement national et international du Mexique en biotechnologies sous les noms de BioMexico (2012).

A Madrid, du 27 au 28 Octobre 2011, A. Sasson président de l'Association BioEuroLatina pour la promotion de la coopération entre l'Europe et l'Amérique Latine en biotechnologie, a coordonné l'organisation d'un Symposium International sur «La biotechnologie contre la faim» avec le soutien de la Fondation Ramon Areces (dont le conseil scientifique est présidé par Federico Mayor Zaragoza, ancien directeur général de l'UNESCO et président de la Fondation Culture de la paix).

### 2. Nouvelle nomination pour le Professeur Mohammed Besri, membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques



L'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) a recommandé, lors de sa dernière assemblée générale à Vienne, de créer une «Commission Afrique du Nord pour la Production et la Protection intégrée des cultures».

Cette commission couvre les pays allant du Maroc à l'Egypte. La coordination de la commission a été confiée au Professeur Mohammed Besri, Membre correspondant de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, collège des sciences et techniques du vivant.

Les objectifs, le rôle et les membres de cette commission figurent dans la brochure «IOBC/WPRS : Integrated Production, Protection and Biocontrol Commission for North African countries» rédigée par le coordonnateur de la commission. La brochure peut être consultée sur le site :

[http://www.iobc-wprs.org/expert\\_groups/c\\_ip\\_north-africa.html](http://www.iobc-wprs.org/expert_groups/c_ip_north-africa.html)

Dès sa création, la commission a mené une enquête dans les pays d'Afrique du Nord pour connaître leurs principaux problèmes Phytosanitaires. La mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) est apparue comme étant un insecte extrêmement important et très méconnu dans la région.

La commission a donc décidé d'organiser un Symposium International du 16 au 18 novembre 2011 à Agadir, (Maroc), en collaboration avec l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP), l'Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée contre les Animaux et les Plantes Nuisibles (OILB), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Organisation pour la Protection des Végétaux au Proche-Orient (NEPPO), l'Association Internationale des Producteurs de Produits Biologiques (IBMA) et le comité International sur La Résistance aux Insecticides (IRAC). Les informations relatives à ce symposium peuvent être trouvées sur les sites : [www.oilb-wprs.org](http://www.oilb-wprs.org) et [www.eppo.org](http://www.eppo.org)

### 3. Projets de coopérations avec des laboratoires en Afrique du Sud.

Les professeurs Rachid Benmokhtar Benabdallah et Zouheir Sekkat, membres de l'Académie, ont effectué du 10 au 17 septembre 2011 une visite en République d'Afrique du Sud afin d'explorer des possibilités de coopération. Plusieurs Institutions ont été visitées dans ce cadre : The African Laser Centre, The Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), The Centre for High Performance Computing (CHPC), The National Research Foundation (NRF). La qualité de l'infrastructure, l'environnement international et l'aspect

avancé de la recherche scientifique et technique dans ces laboratoires ont été jugés remarquables. Des opportunités de collaboration et d'échanges d'étudiants et de chercheurs ont été identifiées. Dans ce cadre, une délégation Sud Africaine a visité le Maroc en ce mois de Novembre pour explorer et concrétiser des axes de collaboration. Plusieurs institutions ont été visités: MAScIR, le CNRST, la Faculté des Sciences de l'Université Mohamed V Rabat-Agdal, le CNESTEN et l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques. Des discussions de collaboration scientifique ont eu lieu entre la délégation Sud-Africaine et des membres de ces institutions.



## Actualités Scientifiques

### A. Recherche scientifique, R&D et coopération.

• **Le système national de la recherche, bénéficiaire d'un «Jumelage institutionnel» Maroc-France-Espagne-UE.** Un projet de jumelage institutionnel visant à améliorer les performances du Système National de la Recherche (SNR) a été lancé début octobre 2011 en perspective d'assurer son intégration dans l'Espace Européen de la Recherche (EER) et sa participation aux programmes cadres communautaires.

Associant le ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique et ses homologues français et espagnol, ce projet ambitieux vise également à développer la capacité en recherche et développement technologique et innovation au service de l'économie et de la société marocaines. Outre le ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique, ce jumelage profitera notamment à des universités, des établissements de formation des cadres, des instituts publics de recherche, l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques et le Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique (CNRST).

D'une durée de 24 mois (2011-2013), ce projet est financé par l'Union européenne à hauteur de 1,35M Euros. Il prévoit la réalisation des résultats suivants :

- Le rapprochement du cadre législatif et réglementaire avec l'acquis et les standards de l'UE;
- Le renforcement des capacités organisationnelles et institutionnelles du Département chargé de la recherche;
- L'élaboration et la validation d'un système d'information et de communication pour la recherche;
- Le transfert du savoir-faire relatif aux meilleures pratiques et aux outils méthodologiques associés à la RST;
- Le rapprochement de la méthodologie de gestion des mécanismes de programmation, de promotion et de valorisation de la RST avec les pratiques communautaires.

Dans ce cadre, une cinquantaine d'experts français et espagnols seront mobilisés pour mettre à profit leur expérience au service du MENESFCRS et de ses partenaires à travers des missions, des séminaires de formation et d'information au Maroc (820 jours d'expertise, 23 activités) ainsi que des visites

d'études (110 jours) et des stages (150 jours) en France, Espagne, Suède et Allemagne pour un échange d'expériences des bonnes pratiques et un transfert de compétences. (Map et site de la Délégation de l'Union Européenne au Royaume du Maroc : [www.eeas.europa.eu/delegations/morocco](http://www.eeas.europa.eu/delegations/morocco))

• **La croissance mondiale des énergies renouvelables se poursuit en 2010.** Selon le rapport mondial sur les énergies renouvelables de REN21 publié en juillet 2011 (<http://www.ren21.net/gsr>), les énergies renouvelables ont fourni, selon les estimations, 16% de la consommation totale de l'énergie à l'échelle de la planète. Les pays en voie de développement produisent collectivement plus de la moitié de l'énergie renouvelable mondiale alors qu'au moins 20 pays du Moyen-Orient, d'Afrique du Nord et d'Afrique subsaharienne bénéficient de marchés dynamiques pour les énergies renouvelables... Un réseau marocain de compétences pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétiques (RECOME) a dans ce cadre vu le jour depuis 2010, avec l'appui du Projet allemand GTZ-PEREN, dans l'objectif de soutenir les initiatives marocco-allemandes de recherche dans le domaine des énergies renouvelables. Rappelons à ce propos le lancement de programmes intégrés en énergies renouvelables, solaire et éolienne que le Maroc s'est engagé à réaliser progressivement à l'horizon 2020, pour porter la part de ces énergies à 42% de la puissance globale installée. Par ailleurs, signalons la tenue du 22 au 26 novembre 2011 à Casablanca de EnerEvent, 1<sup>er</sup> salon international des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétiques qui sera organisé par la FENEC (Fédération Nationale de l'Électricité, de l'Électronique et des Énergies Renouvelables).

• **L'expérience marocaine et sa stratégie mises en relief dans le domaine de la gestion de l'eau.** Lors de la Conférence Générale de l'AIEA (Agence Internationale de l'Énergie Atomique) qui s'est déroulée à Vienne (Autriche) les 21 et 22 septembre 2011, l'ambassadeur du Maroc, M. Omar Zniber, s'est félicité du partenariat avec l'AIEA qui accompagne notre pays dans sa stratégie, par la réalisation de plusieurs études et d'un vaste programme de recherche en hydrologie isotopique, compilés dans un Atlas. Monsieur l'ambassadeur a aussi mis l'accent sur l'importance qu'accorde le Maroc, dans le cadre de sa relation avec l'AIEA, au programme de coopération technique de l'Agence, qui a permis de mettre en place d'importantes infrastructures, de développer des capacités humaines marocaines et d'assurer un transfert de technologie nucléaire (MAP).

• **Le Grand prix pour l'invention et la recherche en sciences et technologies est dans sa 4<sup>ème</sup> édition.**

Organisé conjointement depuis sa troisième édition par le MENESFCRS et l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, il vise à encourager et à récompenser la recherche et l'innovation et présente un stimulant de la créativité et de l'émergence de talents tel que recommandé par la Charte Nationale de l'Éducation et de Formation et tel que prévu dans le Programme d'Urgence notamment le volet promotion de l'excellence. Le concours pour le Grand Prix est ouvert à tous les domaines, avec toutefois une priorité aux domaines définis dans le cadre de la Stratégie Nationale de la Recherche Scientifique et Technique à l'horizon 2025, à savoir : ([www.enssup.gov.ma](http://www.enssup.gov.ma))

- amélioration de la qualité de la vie;
- connaissance, préservation et valorisation des ressources naturelles;
- développement socio-économique et culturel;
- sciences et technologies de l'information;
- développement agricole;
- innovation et compétitivité des entreprises;
- recherche de base.

• **Technologies vertes.** L'ONU estime qu'il faudra investir 1900 milliards de dollars par an dans les technologies vertes les quarante prochaines années, dont la moitié au moins dans les pays en voie de développement, selon une étude publiée courant juillet 2011. L'ONU insiste particulièrement sur la nécessité de mettre en place une révolution «véritablement verte» dans l'agriculture pour faire face aux besoins grandissants de la population tout en protégeant l'environnement. Elle recommande ainsi d'employer des méthodes de culture comportant un moindre gaspillage des ressources en eau et une moindre utilisation des produits chimiques et des pesticides à l'origine de la dégradation des sols. ([AFP](http://AFP))

• **Environnement.** Un nouveau modèle mathématique global permet d'estimer l'évolution future du système climatique et de mieux comprendre les tendances historiques. Baptisé Ec-Earth, ce modèle a récemment été développé par un consortium européen d'universités et d'organismes de recherche...Il réunit les modèles les plus récents, capables de représenter les mécanismes complexes qui régissent l'atmosphère, l'océan, la calotte glaciaire et la biosphère. Il permettra d'étudier l'évolution du climat durant les dix prochaines années et ainsi prévenir les impacts sur l'environnement et la société. ([www.bulletins-electroniques.com](http://www.bulletins-electroniques.com))

• **Un état mondial de l'eau.** Un rapport contenant une analyse approfondie des ressources mondiales en eau a été publié à ce jour. Il permet d'évaluer l'impact du réchauffement climatique et des ponctions humaines sur le cycle hydrologique global. Financé par l'Union Européenne, le rapport WATCH (Water and Global Change Programme)

fournit pour la première fois une évaluation globale du cycle de l'eau au jour le jour avec une résolution de 50 km pour le 20<sup>ème</sup> siècle et établit des prévisions pour le siècle en cours. Il livre aussi une estimation globale de la rareté de l'eau qui va permettre d'analyser, de prévoir et de gérer les inondations et les sécheresses de par le monde. ([www.sciencesetavenir.fr](http://www.sciencesetavenir.fr), 13/10/2011).

• **La BID lance la 10<sup>ème</sup> édition de ses Prix.** La Banque islamique de développement lance la dixième édition de ses prix pour la science et la technologie. Chacun des prix, qui seront décernés à l'occasion de la 37<sup>ème</sup> réunion annuelle du Conseil des gouverneurs de la BID, prévue les 3 et 4 avril 2012 à Khartoum, au Soudan, est doté d'un montant de 100 000 dollars américains, d'un trophée et d'un certificat portant mention du nom de l'institution et ses accomplissements. Le développement socio-économique, les sciences de l'ingénieur, l'agriculture, la médecine, la biotechnologie, les techniques de l'information, l'optoélectronique, la science des matériaux, les sciences pharmaceutiques, la microélectronique industrielle, les nanotechnologies et les sources d'énergies alternatives sont les catégories concernées par ces prix. ([www.afriquejet.com](http://www.afriquejet.com))

• **Décernement des prix Nobel 2011 de Médecine, de Physique et de Chimie.**

Le prix Nobel de Physique 2011 a été décerné aux astrophysiciens Saul Perlmutter (USA), Adam Riess (USA) et Brian Schmidt (Australie) pour leurs travaux sur «l'accélération de l'expansion de l'Univers». Le comité Nobel à Stockholm a annoncé à ce propos : *«Ils ont étudié plusieurs dizaines d'explosions d'étoiles appelées 'supernovae', et ont découvert que l'Univers était en expansion à une vitesse qui ne cesse d'accélérer»*. En observant un type particulier de supernovae dites de type 1a, les lauréats ont *«découvert plus de cinquante supernovae éloignées dont la lumière était plus faible que prévue : c'était un signe que l'expansion de l'Univers était en accélération»*. ([www.lemonde.fr](http://www.lemonde.fr))

Le prix Nobel de chimie 2011 récompense Daniel Shechtman, de l'Israel Institute of Technology, pour *«la découverte des quasi-cristaux qui a fondamentalement modifié la façon dont les chimistes concevaient la matière solide»*...

Ces quasi-cristaux ont un équivalent artistique : certaines mosaïques islamiques médiévales comme celles du palais de l'Alhambra en Espagne ou du sanctuaire de Darb-i Imam en Iran. Dans ces mosaïques, comme dans les quasi-cristaux, les motifs sont réguliers-ils suivent des règles mathématiques- mais ils ne se répètent jamais. En les étudiant, les chimistes ont pu comprendre comment les atomes sont organisés dans les quasi-cristaux. ([www.sciencesetavenir.fr](http://www.sciencesetavenir.fr))

Le prix Nobel de médecine et de physiologie 2011 a été attribué par l'Assemblée des Nobel de l'Institut Karolinska (Suède) à trois scientifiques qui ont «révolutionné notre compréhension du système immunitaire en découvrant les principes clefs de son activation». Une moitié du prix est décernée conjointement à Bruce Beutler (USA) et Jules Hoffmann (France) pour leurs travaux sur l'activation du système immunitaire inné (la première ligne de défense). L'autre moitié est attribuée à Ralph Steinman (Canada) pour la découverte des cellules dendritiques et de leur rôle dans l'immunité adaptative (celle qui permet d'avoir une réponse adaptée en fonction de l'agent pathogène à combattre. ([www.sciencesetavenir.fr](http://www.sciencesetavenir.fr)).

#### • La Chine se propulse au 2<sup>ème</sup> rang pour les publications scientifiques

La Chine s'est propulsée en l'espace d'une dizaine d'années au deuxième rang pour le nombre d'articles publiés dans les revues scientifiques internationales, derrière les Etats-Unis, selon un rapport de la **Royal Society** publié à Londres.

La plupart des pays occidentaux figurant dans le palmarès des dix premiers voient leur part des publications baisser, au profit de pays émergents comme la Chine, le Brésil, l'Inde, et plus loin derrière, l'Iran, la Tunisie et la Turquie.

La Chine est passée du sixième rang pour le nombre d'articles publiés sur la période 1999-2003 (4,4% du total) au deuxième rang, avec 10,2% du total sur la période 2004-2008, ravissant la place de numéro deux au Japon.

Les Etats-Unis restent en tête, mais voient leur part des articles publiés diminuer de 26,4% à 21,2% entre les deux périodes. Le Japon passe du deuxième (7,8%) au 4<sup>e</sup> rang (6,1%), tandis que le Royaume-Uni reste à la troisième place (6,5% contre 7,1%).

Outre l'ascension «météorique» de la Chine et dans une moindre mesure du Brésil et de l'Inde, le rapport identifie plusieurs pays en pointe, comme la Turquie (quatre fois plus d'articles scientifiques avec un auteur turc publiés en 2008 qu'en 1996) ou l'Iran, qui va porter d'ici 2030 la part de la recherche à 4% du PIB contre 0,59% en 2006. En Tunisie, la recherche est passée de 0,03% du PIB en 1996 à 1,25% en 2009. Singapour a doublé ses dépenses en recherche à 2,61% du PIB entre 1996 et 2007, tout en triplant le nombre des articles publiés.

La coopération entre équipes de pays différents est l'autre trait dominant de l'étude. 35% des articles sont désormais issus de coopérations internationales, contre 25% il y a 15 ans. (AFP)

## B. Hommage et distinctions.

• **Une équipe scientifique française dirigée par un marocain réalise une percée importante dans la recherche du VIH.** Les résultats de cette recherche, menée par le Professeur Benkirane et ses collaborateurs de virologie moléculaire de l'Institut de génétique humaine du CNRS à Montpellier, en collaboration avec deux autres équipes françaises, ont été publiés dernièrement dans la prestigieuse revue britannique «Nature». Les chercheurs ont identifié la protéine cellulaire (SAMHD1) qui bloque l'infection des cellules dendritiques par le VIH, le type de virus du Sida le plus virulent et le plus présent dans le monde.... «Ces résultats ouvrent ainsi de larges perspectives pour le traitement, d'autant plus que 95% des médicaments qui existent aujourd'hui sont des molécules issus de la recherche fondamentale», a rappelé le Professeur Benkirane. ([www.marocjournal.net](http://www.marocjournal.net))

• La chercheuse marocaine et professeur à l'Université Cadi Ayyad de Marrakech (UCAM), Gamrani Halima, vient de remporter **le prix de la femme arabe en Sciences Naturelles**, décerné par l'Organisation de la Femme Arabe relevant de la Ligue Arabe. Biologiste et spécialiste en Neurosciences et Neurotoxicologie, Mme Gamrani a remporté ce prix ex-æquo avec trois professeurs dont deux égyptiennes et une jordannaise et ce, grâce à sa recherche sur le thème «Effet de l'intoxication chronique et aigue par les métaux lourds, sur le cerveau». Créée en 2003, l'Organisation de la Femme Arabe accorde chaque année des prix et des bourses pour encourager la recherche scientifique dans les domaines, entre autres, des sciences et technologies ainsi que des sciences sociales. (MAP)

• **Olympiades de mathématiques** : le Maroc récompensé à Amsterdam. Représenté par six élèves sur 560 représentant 101 Etats, le Maroc a remporté deux médailles (une d'argent et une de bronze) et obtenu deux mentions d'honneur, indique un communiqué du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique... Les résultats obtenus lors de cette compétition ont permis au Maroc de se placer au premier rang des pays arabes participant, d'améliorer son classement en passant du 67<sup>e</sup> rang au 62<sup>e</sup> rang. Les trois premières places sont revenues lors de cette édition à la Chine, aux Etats-Unis et à Singapour. (MAP)

• **Summer Space Camp de l'Alabama** : douze lycéens marocains ont participé courant Juillet 2011 au programme «Summer Space Camp» du Centre américain de l'espace et des fusées à Huntsville en Alabama. Ces astronautes en herbe (huit filles et quatre garçons) ont fait l'expérience des missions spatiales, suivis par les pionniers américains de l'exploration spatiale. Selon un reportage de la MAP, gestion efficace du temps, discipline à toute épreuve et esprit d'équipe ont été les mots d'ordre régnaient

au Space Camp. L'emploi du temps quotidien était ponctué de conférences, de présentations, briefings, apprentissage des techniques et terminologies liées aux sciences de l'espace et des fusées. Par ailleurs, **Marcha Evans**, astronaute américaine en visite aux camps d'été du Maroc courant Aout 2011 et interviewée par le journal *almaghribia*, a trouvé *les enfants marocains grandement intéressés par les sciences de l'espace*. ([www.aufaitmaroc.com](http://www.aufaitmaroc.com), [www.almaghribia.ma](http://www.almaghribia.ma))

### C. Manifestations scientifiques

• **Colloque : «Principe de précaution et recherche scientifique dans les pays du Sud» 14-15 Novembre à Casablanca.**

Organisé par le Comité consultatif de déontologie et d'éthique (CCDE) de l'IRD, en partenariat avec la Fondation du Roi Abdelaziz Al Saoud, ce colloque avait pour objectif de discuter de la place et de la mise en œuvre du principe de précaution dans la conduite de la recherche scientifique dans les pays du Sud. Est-ce que les conditions économiques, sociales, politiques qui déterminent la recherche scientifique dans les pays du Sud permettent une application du Principe de Précaution? Plusieurs questions seront abordées successivement dans le domaine de l'environnement, dans celui de la santé et enfin, à travers le point de vue du comité d'éthique de la recherche des pays du Sud. ([www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com))

• **Workshop «MACS-5» : Modélisation, analyse et contrôle des systèmes. Tanger, 16-17 novembre 2011.**

Avec le soutien de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques et en partenariat avec la Faculté des Sciences et Techniques de Tanger, l'Ecole Nationale des Sciences et Techniques de Tanger et le Réseau Théorie des Systèmes, l'Université Abdelmalek Essaadi a organisé son cinquième workshop. ([www.theoriedessystemes.net/mac5](http://www.theoriedessystemes.net/mac5)).

• **Première Conférence Euro-méditerranéenne sur les matériaux et énergies renouvelables.**

Les nanosciences aux énergies renouvelables et à la biologie est le thème de cette conférence qui a eu lieu du 21 au 25 novembre à Marrakech, à l'initiative de l'Université Cadi Ayyad (UCAM). Matériaux pour l'énergie solaire, Nano-objets synthétiques et bio-inspirés, Nanomatériaux pour les dispositifs et Synthèse chimique de nanomatériaux sont les principales thématiques à débattre lors de cette conférence. (MAP)

\* \* \* \* \*

### Symposium International de Chimie hétérocyclique Organisé sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi

Official activity under the umbrella  
of the International Year of  
Chemistry



Sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi, l'Université Sidi Mohamed Ben Abdellah et la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz ont organisé les 26-29 Octobre 2011, en collaboration avec l'Association «Groupe Marocain de Chimie Hétérocyclique», un Symposium International de Chimie Hétérocyclique, intitulé : **«Chimie Hétérocyclique: Enjeux, Valorisation et Développement Durable»**.

Cette manifestation scientifique internationale, sponsorisée par l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques, a été approuvée comme une activité officielle de l'Année Internationale de Chimie 2011 par l'organisation IYC 2011, parrainée par les Nations Unies et l'UNESCO. Elle a permis de réunir des scientifiques de renommée nationale et internationale en vue de faire le point sur les développements récents dans le domaine de la chimie hétérocyclique et de ses multiples applications et de renforcer les liens de coopération entre les différents partenaires scientifiques, économiques et sociétaux.

Cette manifestation a été également l'occasion de présenter de nouveaux processus chimiques répondant aux exigences du 3ème millénaire: *Une nouvelle chimie pour un développement durable*.

Les thèmes retenus pour cette rencontre ont été :

- Nouvelles approches de synthèse des composés hétérocycliques et étude de leurs complexes,
- Hétérocycles à intérêts pharmaceutique et agrochimique,
- Drug Design,
- Matériaux et nanomatériaux organiques,
- Chimie : Enjeux économiques et environnementaux,
- Chimie nouvelle pour un développement durable,
- Chimie et économie du savoir.

Plus de 150 chercheurs venant d'Espagne, d'Italie, de France, de Slovénie, du Portugal, d'Algérie, de Tunisie, du Yemen, du Centre Afrique et du Maroc ont été au rendez-vous de cet évènement.

