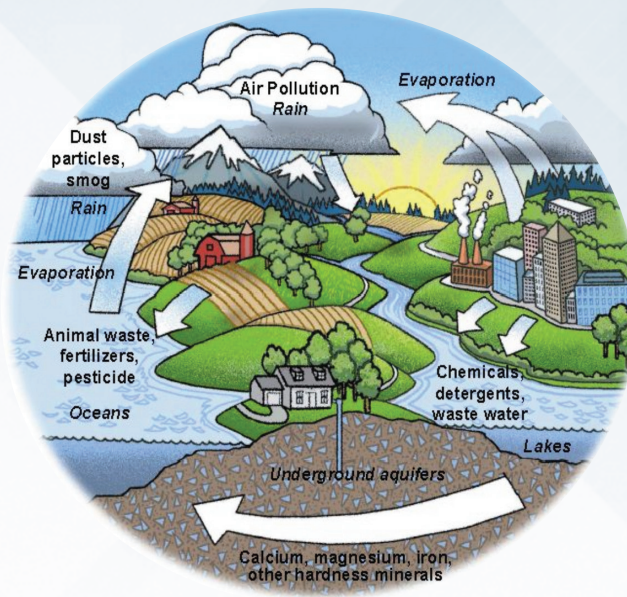




ROYAUME DU MAROC
ACADÉMIE HASSAN II DES SCIENCES ET TECHNIQUES

L'OCÉAN ET LA ZONE CÔTIÈRE UN PROGRAMME DE POLITIQUE INTÉGRÉE DE RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE (2018 – 2025)



Marcelo de Sousa VASCONCELOS & Omar ASSOBHEI

Collège des Sciences et Techniques de l'Environnement de la Terre et de la Mer

Janvier 2018

Dépôt légal : 2018MO0692
ISBN : 978-9954-716-05-2

Réalisation : **AGRI-BYS S.A.R.L.**

Achévé d'imprimer : février 2018
Imprimerie Lawne : 11, rue Dakar, Océan, 10040-Rabat, Maroc



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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	7
I- INTRODUCTION	9
1. Changement climatique.....	9
2. Littoralisation et vulnérabilité.....	9
3. Vision sectorielle, productiviste et consommatrice.....	10
4. Compatibilité et cohérence.....	10
II- CADRAGE	15
1. Le monde océanique.....	15
2. Pourquoi l’océan et la zone côtière.....	22
III- BASES POUR UNE POLITIQUE DE RECHERCHE SUR L’OCÉAN ET LA ZONE CÔTIÈRE	28
1. Bases conceptuelles.....	28
2. Principaux objectifs.....	30
3. Axes d’orientation stratégique.....	31
4. Rôle de l’académie.....	32
IV- DOMAINES STRATÉGIQUES	33
1. Océans et climat.....	35
2. Fonctionnement des écosystèmes marins et côtiers.....	36
3. Interactions océan – zone côtière.....	38
4. Innovation.....	39
5. Système d’information.....	42
V- UNE PERSPECTIVE D’HORIZONS	43
1. Horizon 1 - (décembre 2018) - Organisation.....	44
2. Horizon 2 - (2018-2020) - Renforcement et diversification.....	45
3. Horizon 3 - (2020-2025) - Consolidation et développement.....	46
BIBLIOGRAPHIE	48

AVANT-PROPOS

La complexité des défis liés à l'océan et aux zones côtières ainsi que le besoin de remédier rapidement aux sérieuses perturbations systémiques dont ils sont le siège justifient, non seulement l'urgence d'un grand effort collectif et d'une grande efficacité de réponse, mais aussi (et surtout) une volonté d'innovation organisationnelle, de méthodologie, de perspective et d'approche encadrées et stimulées par une politique intégrée de recherche.

La fédération des efforts, la cohérence de l'action et le déploiement rationnel des moyens disponibles contribueront certainement à une efficacité accrue et à un meilleur rapport coût/bénéfice des écosystèmes.

Ce projet est conçu comme un instrument d'encadrement et d'orientation stratégique pour un programme de recherche, où la liberté des choix des chercheurs n'est pas compromise mais aussi où l'adéquation avec les objectifs envisagés - exigence fondamentale - est privilégiée. Par ailleurs, l'expérience de nos jours montre que l'achèvement des objectifs sociaux ambitieux et complexes exige une interdépendance et des synergies plus élevées entre les différents savoirs et les moyens existants.

Ainsi, la pluridisciplinarité, l'approche systémique et la vision globale (holistique) sont les fondements essentiels d'une telle politique intégrée.

La nature et les difficultés inhérentes à une réorganisation judicieuse du «système de recherche», au renforcement de la capacité de réponse et la diversification des approches sont bien connues. Tenant compte aussi du niveau d'excellence déjà existant, nous avons prévu une progression par étapes (horizons temporels) afin de surmonter les questions organisationnelles et les limitations en moyens matériels et humains.

Ce document a pour vocation de constituer un tableau de bord pour une discussion thématique ciblée sur l'océan et la zone côtière et pour ouvrir un débat élargi face à la diversité des questions envisageables.

Néanmoins, il ne faut pas oublier que l'objectif stratégique majeur à atteindre est de contribuer, par l'intermédiaire d'une politique intégrée et sur la base d'un noyau dur de programmes/projets ciblés, à renforcer une recherche scientifique marocaine, déjà excellente dans plusieurs domaines. Recherche, qui peut (et doit) se développer de manière plus visible en diversifiant les approches et en créant de nouvelles opportunités et solutions pour la construction d'un avenir de moindres incertitude et risque.

On doit reconnaître aussi l'existence de vulnérabilités liées à des contraintes telles que la multiplicité de priorités et d'acteurs scientifiques, la dimension et la multidisciplinarité très variables des équipes, la faiblesse des liens de coopération institutionnelle dont ceux avec l'industrie. Ces vulnérabilités favorisent un isolement «communicationnel» entre les différents programmes/projets de recherche.

Toutefois, la nature et l'ampleur des problèmes soulevés par la recherche dans les domaines des océans et des zones côtières recommandent une conception organisationnelle et méthodologique basée sur l'existence d'un réseau de liens de coopération durable à long terme et d'un système judicieux de gestion de l'accès aux données et de la diffusion de l'information.

Face aux difficultés et exigences que le champ d'actions et les objectifs choisis imposent, on doit convenir que nous sommes devant un défi qui exigera un effort à long terme et qui devra se prolonger bien au-delà des prochaines décennies. L'accumulation des connaissances contribuera certainement à une accélération des progrès dans les différents dossiers, sans oublier l'utilité de prévoir l'intervention de mécanismes de rectification et d'ajustement de la trajectoire suivie.

Selon cette perspective, on considère que la période initiale de couverture du programme pourrait être mise à l'horizon 2025. Ce premier grand horizon est suffisamment proche pour apprécier l'évolution du programme (et la pertinence de l'encadrement politique) mais aussi suffisamment éloigné pour permettre la matérialisation de résultats/objectifs et d'introduire des rectifications qui se révéleront indispensables, avec l'avantage additionnelle d'établir les conditions adéquates à une préparation soigneuse des étapes suivantes.

I- INTRODUCTION

Quand on regarde l'avenir pour fixer le cap (à la lumière des connaissances actuelles et de l'expérience acquise au fil du temps dans les différents domaines du savoir), ce qu'on peut entrevoir avec une certitude raisonnable, c'est que les politiques et les programmes de développement nationaux et régionaux (internationaux) seront de plus en plus influencés par quatre facteurs-clé en plus de l'élément humain (qui est à la fois prédateur et victime) :

1. Changement climatique

Les répercussions du changement climatique sur le fonctionnement des écosystèmes, en termes de modification de leurs équilibres, d'interactions, d'interdépendances et de seuils de tolérance constituent de graves perturbations dont les conséquences sont aussi bien sociales qu'économiques. Les situations seront variées mais de toute façon il y aura des dépendances entre ces changements et les modifications - plus ou moins prononcées - de la circulation océanique et du climat. Les variations auront des conséquences nuisibles, voire catastrophiques sur les pêcheries, la biodiversité, la distribution et l'abondance relative de la faune et de la flore, la hausse du niveau de la mer, le rythme et l'extension des saisons et/ou l'amplitude des sécheresses¹.

2. Littoralisation et vulnérabilité

Ces deux phénomènes sont la conséquence de la conjugaison de trois facteurs-clé : intensité de l'érosion marine, plasticité relative du littoral et accroissement de la densité d'occupation stimulée par le tourisme saisonnier de masse. La concentration des implantations industrielles² dans la zone côtière et l'augmentation démesurée des grandes zones urbaines³ (métropoles et mégapoles) ont pour conséquence l'accroissement

- 1- Le coût des catastrophes naturelles rapporté au niveau mondial a augmenté de manière significative d'environ 15 fois entre les années 1950-1990. En 2009, les estimations faites s'élevaient à 110 milliards de dollars US mais en 2010 le coût a doublé se situant à 218 milliards. Ces estimations donnent une idée de la sévérité des conséquences mais ne couvrent pas la totalité des coûts, que ce soit du point de vue humain et écosystémique, que ce soit les répercussions des effets en cascade («*rippling effects*»).
- 2- 90% des unités industrielles sont concentrées sur la côte marocaine, 77% sur la façade atlantique (dont l'axe Safi-Kénitra concentre 60% des unités, 80% de l'investissement et près de 70% de l'emploi).
- 3- L'axe Kénitra - El Jadida sur le littoral atlantique où se concentre presque 68% de la population urbaine.

de la complexité des problèmes logistiques. Ces différents aspects contribuent à l'augmentation de la vulnérabilité côtière face aux désastres naturels et à l'aggravation des interactions néfastes sur le bien-être et la santé des populations, interactions qui ont tendance à s'accélérer en conséquence du réchauffement climatique progressif.

3. Vision sectorielle, productiviste et consummatrice

Cette vision est la principale cause des pressions excessives exercées pendant des décennies -et qui persistent encore- sur le capital naturel (écosystèmes, leurs biens, leurs services et les ressources naturelles). Cette vision ignore aussi l'importance des interactions systémiques et, par conséquent, les limites des écosystèmes, leurs seuils de tolérance et leur capacité d'auto-régénération naturelle. De multiples exemples illustrent les suites de cette vision : la débâcle des grandes pêcheries, les excès de la production animale, les monocultures intensives, le gaspillage de l'eau, la destruction du couvert forestier et l'incitation croissante à la consommation à outrance et à la culture du «*gadget*».

4. Compatibilité et cohérence

Les questions de compatibilité et de cohérence ne se posent pas uniquement au niveau des politiques de développement mais aussi entre les paradigmes, les concepts et les délimitations des champs d'action ou d'influence, en particulier, l'usage des espaces et des ressources et donc la régulation de leur accès. Au stade actuel, une révision sérieuse de paradigmes s'impose. En effet, la relation Homme-Nature et les contradictions entre les intérêts individuels et collectifs sont des questions assez complexes et délicates pour recommander des approches basées sur une «connaissance avisée», fruit d'une **recherche pluridisciplinaire coordonnée, innovante et créative**. Les défis qui se posent justifient une profonde modification de vision, de concepts, de méthodologies et de solutions techniques, en tant qu'instruments essentiels de renforcement de la capacité de comprendre, de prévoir et de répondre aux enjeux, pour neutraliser ou atténuer les principaux impacts sociaux et économiques.

Notre planète affronte déjà une *crise écologique en expansion et en consolidation* où les déséquilibres systémiques tendent à se manifester de manière de plus en plus agressive et fréquente, se traduisant en désastres naturels et environnementaux dont les répercussions sociales et économiques sont immenses⁴. Cependant, et à

4- Mettant en risque la structure et le dynamisme des systèmes qui sont irremplaçables (ex. la paupérisation des pêcheries et l'épuisement de certaines ressources) ou uniques (ex. la biosphère en tant que support de vie). En 2009, les pertes économiques liées aux désastres naturels ont été estimées à environ 110 milliards dollars US, mais en 2010 elles ont presque doublées, se situant à 218 milliards dollars US. Le coût rapporté au niveau mondial a augmenté de façon significative, il était d'environ 15 fois entre les années 1950-1990 ; alors que pendant la décennie 1990 les pertes entraînées par les désastres majeurs furent en moyenne d'environ 66 milliards dollars US par an (2002).

la lumière de la situation globale actuelle et des hésitations observées sur le plan international, tous ces facteurs tendront à s'intensifier pendant les années à venir. En effet, le référentiel politique et social, consolidé par une longue tradition, privilégie exclusivement la *valeur matérielle* qu'implique une matière ou une situation. En opposé, l'évaluation financière à long terme des pertes irremplaçables provoquées par l'impact des excès d'une exploitation nuisible des écosystèmes est généralement négligée et leur rôle essentiel d'élément d'équilibre est minimisé ou simplement ignoré. En effet, la valeur monétaire concernant la notion de «capital naturel» (tels les services écosystémiques) ou des concepts «*immatériels*» (tels le bien-être des populations, la beauté d'un paysage ou la singularité d'un monument naturel⁵) n'est pas considérée dans les politiques de gestion des écosystèmes. Il est donc prévisible avec une probabilité raisonnable que sous ce chapeau de *crise écologique généralisée* nous nous approchons, *collectivement*, d'un seuil critique qui laisse présager des conséquences désastreuses.

Il y a évidemment, des éléments perturbateurs qui bouleversent la perception de la réalité tels que le caractère fragmentaire et partiel des rapports ou la minimisation -ou simple méconnaissance- des effets de reproduction en chaîne. Toutefois, l'extension et l'anachronisme de la situation sont plus clairs quand on constate que *l'accroissement des inégalités et de la pauvreté* va de pair avec le progrès technique. Ci-dessous quelques indicateurs de l'état de notre planète :

❖ *l'empreinte écologique globale* a beaucoup augmenté (en 2008) au point d'excéder de 50% la «biocapacité» de la planète (c'est-à-dire qu'il faut une Terre et demie pour nous soutenir aujourd'hui). L'empreinte écologique globale, selon William E. Rees, un des pères de cette notion, est *l'ensemble biologiquement productif de surfaces terrestres et aquatiques dont la surface est mesurée en hectares globaux (gha). La productivité est égale à la productivité moyenne de terre productive et d'écosystèmes aquatiques nécessaires pour pourvoir les besoins de consommation d'un individu ou d'une activité et assurer l'assimilation des déchets produits* ⁵.

5- Différents facteurs peuvent contribuer à ces difficultés, par exemple : l'insuffisance ou l'inadéquation de la base scientifique d'une définition claire et quantifiable de l'enchaînement qui peut exister entre différentes sources ; les différents niveaux de sensibilité et la perception individuelle ; les liens entre l'objet matériel et les sensations ; ou la variabilité des seuils critiques qui conditionnent un sentiment.

Tableau 1 : Comparaison de l’empreinte écologique et la «biocapacité»
entre le Maroc et certains pays voisins en 2008.

Pays ou Région	Population (millions)	Exploitation agricole	Pâturage	Forêt	Pêcherie	Carbone	Construction	Empreinte écologique total	Exploitation agricole	Pâturage	Forêt	Pêcherie	Construction	Biocapacité total			
		Empreinte Écologique 2008 (globalité de hectares – gha –per capita)							Biocapacité 2008 (globalité de hectares – gha – per capita)								
Maroc	31.3	0.60	0.21	0.06	0.05	0.37	0.03	1.32	0.30	0.18	0.09	0.10	0.03	0.70			
Algérie	34.4	0.51	0.35	0.13	0.02	0.62	0.02	1.65	0.19	0.31	0.02	0.01	0.02	0.56			
Tunisie	10.2	0.65	0.12	0.21	0.10	0.66	0.03	1.76	0.53	0.09	0.05	0.25	0.03	0.96			
Espagne	45.1	1.26	0.31	0.35	0.38	2.39	0.06	4.74	0.98	0.11	0.25	0.06	0.06	1.46			
Portugal	10.6	0.96	0.00	0.14	0.95	2.01	0.05	4.12	0.29	0.24	0.64	0.07	0.05	1.29			

Source : WWF, 2012

À son tour, le concept de «biocapacité» permet d’évaluer l’aptitude (la capacité) d’un système à produire une offre continue en ressources renouvelables et d’absorber les déchets découlant de leur consommation.

- ❖ *l’indice planète vivante* (indicateur de l’état de la biodiversité) a subi entre 1970 et 2008 une diminution de presque 30%;
- ❖ *l’expansion de l’industrie* de la pêche liée aux **progrès technologiques** de l’après-guerre et aux conceptions productivistes de l’exploitation industrielle a provoqué une vraie hécatombe au niveau mondial avec un grand nombre de situations de surexploitation et même d’effondrement des pêcheries;
- ❖ *la dégradation des sols* (va de pair avec l’érosion et l’occupation des terres arables associée à la croissance urbaine) continue à s’accroître ainsi qu’une **déforestation** intensive de certaines régions⁶ du globe (en particulier, la zone tropicale humide), avec des conséquences catastrophiques pour de nombreuses espèces et niches écologiques uniques. Les espèces endémiques étant substituées par des espèces exotiques dont la production est destinée à approvisionner l’industrie de la cellulose;
- ❖ *le climat* change et on peut s’en apercevoir à divers niveaux (ex. les dernières décennies se sont révélées les plus chaudes des 4 derniers siècles). Parallèlement, le nombre de **phénomènes extrêmes** (sécheresses prolongées, inondations, ouragans/cyclones, tsunamis, etc.) semble augmenter en fréquence, en amplitude et en violence.

6- Selon les plus récentes estimations (WWF), presque 20% des émissions de carbone sont la conséquence de la déforestation due à l’intervention directe de l’homme.

La conception d'une politique de recherche, la détermination de son objectif-clé et le choix de ses axes d'orientation stratégique ne doivent pas ignorer les grands défis qui se posent au niveau de nos connaissances et de notre capacité d'anticiper et de réduire les impacts des changements en cours. La conception d'une politique de recherche ne doit, certainement pas, sous-estimer les effets sociétaux catastrophiques de ces défis.

Le domaine très large de l'activité scientifique comporte une constellation appréciable de programmes et de projets de recherche ciblés sur les questions les plus diverses et dont la solution vise le plus souvent à satisfaire les besoins socio-économiques immédiats.

Toutefois, si l'utilité de cet effort est incontestable, l'évidence montre qu'en divers situations l'approche pourrait être différente pour éviter qu'il ne se développe sous l'influence d'une vision partielle (voire réductionniste), et donc fragmentée et non systémique, des pertes significatives (du point de vue efficacité des réponses et d'ouverture de nouveaux champs d'action) et surtout un certain gaspillage d'énergie créative.

Il y a certainement beaucoup à gagner dans le domaine du détail ou de la spécificité, mais il faut reconnaître que la recherche d'objectifs plus ambitieux et ciblés sur les questions de fond (la compréhension du fonctionnement des écosystèmes et la complexité de leurs interactions) devrait être au cœur des préoccupations. En effet, si on persiste à les reléguer aux seconds plans, on contribue inexorablement à porter préjudice aux choix des options de développement plus compatibles avec les limitations et la fragilité environnementales.

Depuis les années 1950, des progrès technologiques considérables ont ouvert le champ de l'observation humaine à une échelle jusque-là pratiquement inaccessible ou simplement difficile d'accès.

Malgré la nature de la condition systémique, son degré d'intégration et de synchronisation, les phénomènes systémiques peuvent changer soudainement et de façon drastique⁷. La multiplicité d'observations et l'évidence des liens

7- Ce que la littérature anglo-saxonne appelle «*régime shifts*». Le mot «*shift*», dans le cas des écosystèmes marins, a été employé à l'origine pour décrire les changements profonds dont les environnements biotique et abiotique pouvaient souffrir au cours du temps. Les conséquences sont généralement irréversibles ou caractérisées par une récupération très lente et partielle en raison de la possibilité de coexistence d'étapes différentes à l'intérieur des systèmes. Cette condition (à vérifier) se traduit par une sorte de transition (vers le nouvel environnement tout en enfermant l'ancien milieu). On peut élargir le champ d'application de cette notion à d'autres circonstances où la structure et/ou l'organisation sont clairement affectées par une dynamique systémique. Dans ce cas particulier, les conséquences d'un changement climatique pour les communautés humaines, en zone littorale, accorde une attention chaque fois plus intense face aux expériences des dernières décennies. En effet, le cas de la malaria et la relation qui semble exister entre la tendance de sa prévalence et le phénomène *El Niño*. Si on admet que le changement climatique en cours va évoluer en cascade, un tel comportement pourra contribuer, avec une probabilité raisonnable, à l'exacerbation de certains facteurs du stress environnemental, amplifiant ainsi l'aire d'influence des contaminants, des toxines et d'agents infectieux. A titre d'exemple, l'océan a été identifié comme le vecteur qui a contribué à l'introduction du *Vibrio cholerae* et les épidémies observées en Amérique du Sud.

d'interdépendance (aussi bien que d'une logique non-linéaire de comportement dans l'espace et dans le temps) ont incontestablement contribué au développement des bases essentielles à la conception d'un nouveau paradigme (non entièrement assumé et qui reste sans *application généralisée*) :

- ❖ une **vision** assez différente d'une planète dynamique, où l'interdépendance et les limites, sont la règle d'or mais où aussi les seuils de tolérances biologique et écologique sont limités et les équilibres sont fragiles et difficiles à atteindre;
- ❖ une **prise de conscience** plus ouverte, non seulement, des restrictions naturelles qui conditionnent l'accessibilité et la disponibilité des ressources (biotiques et abiotiques), mais aussi du comment l'action prédatrice de l'homme peut être irrémédiablement destructive;
- ❖ une **perspective** plus réaliste et élargie des enjeux sérieux et complexes que le futur nous offrira (conséquence de l'action humaine qui se répercute aujourd'hui à une échelle globale et sans frontière).

II- CADRAGE

Il y a donc une transformation environnementale en cours dont les conséquences à long terme peuvent varier de manière significative selon la géographie et les scénarios considérés. L'avenir sera largement déterminé par nos choix actuels, qui dans leur fond, sont marqués par le jeu des scénarios, entre ceux qui favorisent les avantages à court terme, donc l'ajournement, et ceux qui essaient de fixer le cap pour un futur plus soutenable tenant toujours compte de la meilleure connaissance scientifique disponible.

Le premier scénario permet de gagner plus de temps mais les difficultés déjà existantes tendront à augmenter rapidement. Dans les scénarios à long terme, les détails et précisions d'un futur lointain ne sont pas faciles à fixer de façon claire et définitive. Cependant, on peut clairement entrevoir ses contours (surtout, la nature et la gravité des risques et des incertitudes) et fixer une ligne d'action cohérente qu'on peut toujours corriger sur la base d'une constante amélioration des connaissances et des perspectives et d'une attitude plus précautionneuse.

Toutefois, les scénarios qu'on peut esquisser aujourd'hui avec un minimum de réalisme ne favorisent pas un regard optimiste, puisque tout porte à croire que le changement climatique (même si le réchauffement prévu reste relativement modéré) aura de sérieuses conséquences sur l'environnement, les systèmes productifs ainsi que sur la santé et le bien-être humains.

L'océan aura, alors, un rôle déterminant, un océan qui est déjà en crise à bien des égards (contamination des réseaux trophiques, décès de grandes masses de coraux, élargissement des zones d'hypoxie ou d'anoxie, et destruction de zones humides côtières), une situation qui, face à l'obstination humaine, tend à s'aggraver avec l'évolution du changement climatique.

1. Le monde océanique

Devant la diversité et la complexité des problèmes auxquels il faut faire face aujourd'hui, on pourrait se poser la question : pourquoi se préoccuper de ce nouveau monde complexe et d'accès difficile que sont les océans, sachant que nous sommes déjà confrontés à un large éventail de problèmes dont la résolution est essentielle pour le développement du pays et le bien-être de ses populations?

Il faut admettre la pertinence de la question, mais ce qui est vraiment en jeu, à ce stade, n'est pas de renoncer aux efforts consentis depuis plusieurs décennies pour répondre à ces problèmes. Bien au contraire, *puisque nous vivons dans un monde à interdépendances multiples*, nous devons élargir l'approche, intensifier et approfondir, aussi rapidement que possible, l'effort de recherche ciblé sur ce domaine stratégique sur tous les plans :

- ❖ stratégique, dans la mesure où il renferme des solutions appropriées à la fois pour la lutte et la mitigation des difficultés que nous affrontons depuis des décennies et aussi pour la construction d'un futur résolument plus soutenable. Un avenir où l'humanité sera plus apte à s'adapter aux limitations et à l'instabilité des équilibres d'un monde naturel complexe;
- ❖ stratégique aussi, face à la nature transfrontalière et globale des océans tel que l'atmosphère, en passant par la presque totalité des ressources marines, jusqu'aux causes et conséquences des désastres environnementaux.

Mais il y a d'autres raisons dont l'importance n'est pas négligeable pour le monde. Pour être plus clair et précis, ce qui est envisagé c'est le ***renforcement de la capacité scientifique, le développement de centres d'excellence, l'augmentation du niveau de leadership, l'accroissement des plateformes et des liens de concertation et de coopération pluridisciplinaire***⁸. Ces actions doivent être ciblées sur l'océan et la zone côtière, frontière plutôt diffuse qui marque la transition du monde maritime au monde terrestre.

Au cours des millénaires, la vision de l'homme a été largement conditionnée par des limitations physiques évidentes dont la limite (variable mais toujours proche) était la ligne de l'horizon. La proximité de la Méditerranée ou des marges atlantiques et les premières navigations ne furent pas suffisantes pour changer l'idée de base que le milieu dominant était largement sec⁹. Même si, des générations et des siècles après les grandes navigations ont contribué à un changement progressif de vision, le fait est que la première notion claire de l'apparence et du caractère spécifique de notre planète ne fut obtenue que lorsque l'homme a eu la possibilité de se projeter dans l'espace. Effectivement, quand on regarde la Terre dans ces conditions, l'évidence

8- Afin d'encourager le rapprochement et le renforcement de la coopération entre les chercheurs, dont la formation et le *background* sont différents et de réduire les barrières de vision et de langage entre disciplines. On vise aussi l'approfondissement de la coopération institutionnelle, la consolidation et le renforcement des réseaux de recherche, le développement de nouvelles expertises et l'attrait de jeunes talents.

9- En sanscrit, la racine «*tars*» signifie précisément être sec ou se dessécher, un sens dont le latin «*terra*» a retenu l'essence. On pourrait conclure que la dénomination Terre est la conséquence logique d'une limitation humaine et d'une dépendance spécifique et irremplaçable relativement au monde terrestre.

est indéniable, cette immense masse liquide, qui couvre 71% de la surface planétaire, matérialisée par l'ensemble des océans n'est que l'Océan, puisque toutes les mers et tous les océans (que les convenances de la géographie humaine ont distingués) sont reliés par une jonction dynamique¹⁰.

L'immensité de cet espace liquide abrite des richesses qu'on commence à peine à entrevoir mais qui offre déjà aux communautés humaines de nombreux bénéfices économiques palpables (produits de la pêche et d'aquaculture, transport maritime, production de biomolécules, gaz et pétrole) mais aussi, d'autres et non des moindres, dont la valeur monétaire est plus difficile à déterminer (ex, les concepts de bien-être et de beauté, l'esthétique des lieux et des paysages ou l'assimilation et le recyclage naturelle des déchets).

Toutefois, l'océan n'est pas seulement une source de services qui bénéficient aux communautés côtières (actuelles et futures) ; il peut aussi représenter une menace pour de nombreuses activités humaines et surtout pour les populations littorales dans les situations où la convergence de phénomènes favorise l'occurrence d'événements extrêmes, de contaminations ou de diffusion des agents pathogènes.



Figure 1 : Le planète Terre vu de l'espace au niveau des océans Indien et Pacifique
(Source: NASA, octobre 2009)

10- On n'oublie pas, naturellement, qu'au-delà de cette réalité enfin visualisée, on aperçoit la présence d'une autre couche qui, placée à l'extérieur, couvre entièrement la planète; ce que, à juste titre, Alfred Russell Wallace a désigné comme «*le grand océan aérien*» (l'atmosphère).

L'ensemble de l'univers océanique (dont les mers) révèle une diversité de situations très intéressantes qui se traduisent différemment selon leurs caractéristiques locales ou régionales. Dès lors, une première constatation qu'on peut faire concerne les différences existantes dans la capacité d'absorber le carbone. Il est intéressant de constater que l'Atlantique Nord, ne représentant guère plus de 15% de la surface de l'océan mondial, contient des quantités très élevées de carbone (estimées à plus de 25% de la totalité de carbone rejetée par l'homme depuis le début du XIX siècle)¹¹.

Le rôle des espaces maritimes est très diversifié. En effet, ces espaces sont des sources de nourriture, des agents modulateurs du climat, des supports de communication et de transport et des accumulateurs de toxines. Ils sont des maillons clés du recyclage des matières organiques et récemment ils sont devenus de gigantesques poubelles (Fig. 2)¹² pour épaves, plastiques, déversements divers, déchets hautement toxiques et produits radioactifs. Par ailleurs, d'autres raisons, et non des moindres, justifient l'intérêt porté aux océans en tant que base du fonctionnement systémique de la Terre (en incluant, naturellement, les sous-systèmes productifs) et du climat. Ils contribuent de façon très importante dans la capacité autorégénérative de la planète.

En raison de leurs interactions complexes et permanentes, l'océan et l'atmosphère sont parmi les agents les plus déterminants du climat et de ses variations.

Un autre rôle-clé des océans réside dans la dynamique de leurs eaux grâce au réseau complexe des courants et des contre-courants, aux mouvements de transgression et de régression des grandes masses d'eau, aux *upwelling* ou résurgences (remontées d'eau) et *downwelling* (plongées d'eau), aux houles ou aux mouvements verticaux de l'eau en compensation des situations de convergence ou de divergence des eaux de surface. Les effets des grands courants océaniques sont particulièrement importants compte tenu de leur dimension (niveau de couverture spatiale) dont l'échelle se mesure en *sverdrups*¹³ (équivalent à un débit d'eau d'un million de mètres cubes par seconde et par kilomètre carré).

11- Il semble que la stratification des eaux de la mer du Nord dont la profondeur moyenne est de 94m (40m dans la région méridionale) a facilité la rétention du CO₂ dans les couches les plus profondes. C'était à partir de cette zone de concentration que le gaz a diffusé vers l'Atlantique Nord.

12- On estime que 3,7% des océans sont restés intacts relativement aux actions humaines, tandis qu'au moins un tiers a déjà subi de graves impacts humains.

13- En honneur à l'océanographe norvégien Harald Sverdrup.

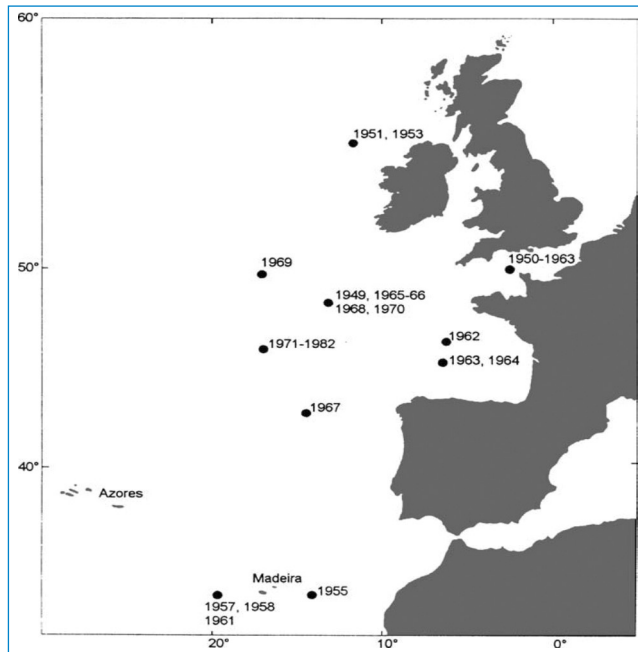


Figure 2 : Localisation des sites utilisés pour l'élimination des déchets radioactifs dans l'Atlantique NE, entre 1949 et 1982 (Source: Thiel 2003).

À ce niveau il n'est pas difficile de concevoir les répercussions considérables qu'une sérieuse perturbation du Gulf Stream (courant qui a une importance extrême dans la régulation du climat et des pêcheries de l'Atlantique Nord) pourrait entraîner du point de vue socio-économique. Ce courant d'eau chaude et salée, prend sa naissance entre la Floride et les Bahamas, continue vers le Nord le long de la côte et commence à se diluer vers la longitude de Groenland (se confondant par la suite avec l'ensemble de la circulation de surface de l'Atlantique Nord¹⁴). Il assure à lui seul le transport, vers les régions septentrionales, une quantité de chaleur équivalente à presque un tiers de plus que celle apportée par le Soleil à l'Europe occidentale. Un réchauffement du climat peut avoir des conséquences sérieuses sur la circulation océanique se répercutant sur le climat des régions atlantiques. En effet, des études récentes ont montré que, dans le nord-est de l'Europe, les instabilités climatiques sont associées à des déplacements des fronts polaires et sous polaires de grande amplitude.

14- C'est ce qu'on appelle la dérive nord atlantique, un courant chaud qui prolonge le Gulf Stream vers le NE, se divisant en deux à l'ouest de l'Irlande, une de ces branches se dirige vers le sud (Courant des Canaries) et l'autre vers le NW de l'Europe.

Un autre aspect intéressant de la dynamique des océans résulte du fait que les différences de densité dues à la salinité et à la température des eaux jouent le rôle de moteur du *convoyeur océanique* (Fig. 3). La continuité de ce mécanisme assure la liaison entre les différents océans et au même temps le transport très lent des masses d'eau. Au fait, les eaux froides profondes, dont l'origine principale est l'Atlantique Nord s'écoulent vers l'Atlantique Sud, et se répandent ensuite vers les Océans Indien et Pacifique, le retour vers l'Atlantique Nord étant assuré par des courants chauds proches de la surface dont le mouvement est assuré par la circulation atmosphérique (le brassage pouvant durer jusqu'à un millier d'années).

La fonte progressive de la banquise arctique et celles des mers Ross et Weddell (Antarctide), la dégradation progressive des glaciers et l'augmentation accentuée des déversements fluviaux et de pluies, peuvent représenter un risque majeur pour la stabilité du *convoyeur océanique*. Il a été estimé qu'il faudrait environ deux *sverdrups* d'eau douce seulement pour ralentir sérieusement le système.

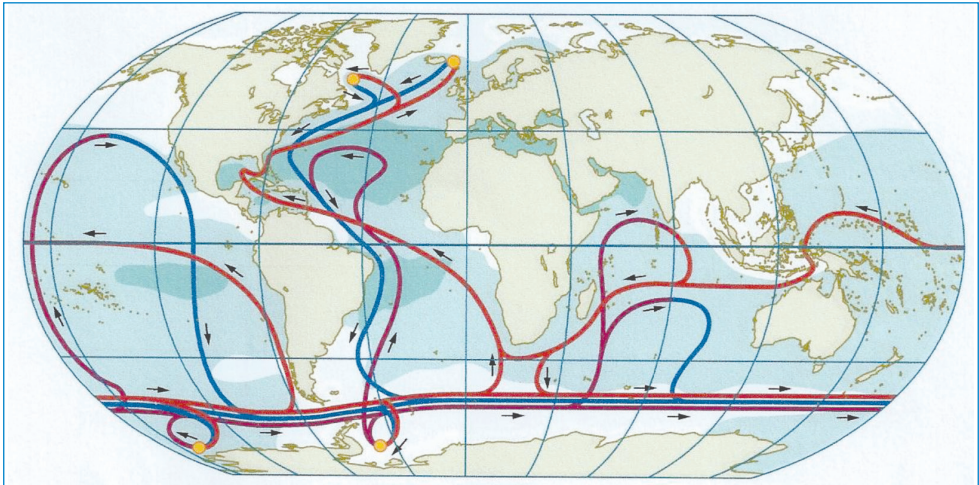


Figure 3 : Schéma du tapis roulant ou convoyeur océanique un mécanisme qui assure le brassage très lent des océans (Source : Bollmann *et al*, 2010).

Les perturbations climatiques tendent à se répercuter à plusieurs échelles, parfois à des distances considérables et même à une échelle mondiale.

Des situations atmosphériques qu'on commence à mieux comprendre résultent du jeu entre El Niño et La Niña et dont les conséquences négatives ne se limitent pas à l'Océan Pacifique mais elles se projettent plus loin sur le continent américain et sur l'Atlantique. L'Océan Indien (et les moussons) est celui qui se réchauffe le plus rapidement, comparé à l'ensemble des océans. La hausse de températures observée dans ses eaux a eu de répercussions dramatiques dans le Sahel et l'Éthiopie.

Autre conséquence du réchauffement climatique, la régression des glaciers et des neiges qui a pour effet l'élévation progressive du niveau des eaux marines. Cette élévation constitue, une sérieuse menace pour les populations, les zones urbaines et les activités économiques (notamment l'agriculture) dans les basses zones littorales. La montée du niveau des eaux marines n'a pas épargné les populations des Maldives et ont déjà provoqué la disparition de certaines îles atolls au Kiribati.

Associées à des hausses de température et combinées à la stratification des eaux plus profondes et à la pollution (apport d'excès de nutriments), plusieurs cas d'hypoxie (et même d'anoxie) ont été observés dans les mers et les océans. Ces conditions nuisibles, ainsi que celles liées à l'acidification des eaux et à la destruction des massifs coralliens tendent malheureusement à augmenter et à élargir leur aire d'influence néfaste (ex, Golfe du Mexique et des zones d'affluence du Mississippi ou la situation catastrophique de la Grande Barrière de Corail de l'Australie).

Ajoutons à tout cela une observation complémentaire qui illustre combien le changement climatique est néfaste aux écosystèmes. En effet, le changement climatique contribue aux modifications définitives des habitats naturels, des réseaux trophiques et de la distribution et de l'abondance relative de nombreuses espèces animales et végétales¹⁵. Ces effets ne sont pas négligeables sur les grandes pêcheries côtières (en incluant les pêcheries de subsistance) et l'aquaculture.

Le transport aérien de polluants tels les micro-organismes infectieux et les poussières sous forme d'aérosols constituent une menace généralisée sur les écosystèmes¹⁶ qui contribue à la dégradation de l'environnement et des conditions de vie des populations humaines en termes de qualité de vie et de santé.

Concernant plus directement l'océan, les courants marins, les apports fluviaux, les débris et les déchets déversés en mer ainsi que la pollution aérienne contribuent à la destruction de la qualité environnementale et à la mondialisation des phénomènes de contamination progressive des réseaux trophiques.

La consommation des grands prédateurs comme le thon (où se concentrent les contaminants tels que les métaux lourds) amplifie les conséquences qui affectent certaines communautés humaines en raison de leur régime alimentaire (par exemple, les concentrations relativement élevées de mercure dans la population de Camara de Lobos à Madère).

15- Une des situations les plus remarquables concerne le plancton, en particulier, certaines espèces de copépodes du genre *Calanus* qui furent repérées à plus de 1000 km de leur habitat traditionnel, conséquence de l'augmentation de la température des eaux de l'Atlantique Nord (d'environ 2 à 3°C au cours des 50 dernières années).

16- On estime que chaque année 13 millions de tonnes d'aérosols provenant d'Afrique retombent sur le nord de l'Amazonie.

La richesse de la biodiversité marine et les récentes découvertes dans les mers et les océans (le nouveau monde) : les saumures de la mer Rouge en 1949, les monts sous-marins et hydrothermaux¹⁷, les uns et les autres avec leurs extraordinaires formes de vie (capables de survivre dans des environnements extrêmes) et les gisements de minerais offrent des opportunités inimaginables il y a quelques années.

Cependant, il n'est pas indispensable d'aller jusqu'aux abysses pour rencontrer des spécimens pour justifier l'exploration de nouvelles opportunités en biotechnologie (dont la production de biomolécules ouvre de nouvelles sources susceptibles d'applications en pharmacie, médecine, cosmétique et en industrie).

Ces exemples montrent de façon suffisamment claire comment cette immense masse liquide qui assure la liaison entre les différents espaces continentaux joue un rôle extraordinaire dans la régulation du climat, le façonnement du littoral et la préservation de cet ensemble très diversifié qu'est la Nature et les différentes formes de vie qu'elle abrite.

Il y a évidemment d'autres intervenants (dont le plus notoire est l'homme) mais l'océan occupera toujours une place spéciale, représentant une énorme responsabilité, parce que, comme Delaney et Birge l'ont justement souligné :

«... they belong to nobody, but they are the common heritage of humankind, the responsibility and life support of us all...».

2. Pourquoi l'océan et la zone côtière?

Dans les paragraphes précédents nous avons tenté de donner une première idée de l'importance des océans, en ajoutant une très brève référence à l'atmosphère et, de passage, à l'homme. Toutefois, les océans (et leur relation avec le climat) aussi bien que l'homme peuvent être considérés, sans exagération, les grands moteurs responsables des changements profonds dont notre planète a souffert au fil des années.

Nous n'ignorons pas, naturellement, les conséquences des modifications provoqués par les phénomènes sismiques (des perturbations qui peuvent se répercuter de façon dramatique à différents niveaux telles la topographie des fonds marins, la circulation océanique et la condition de l'atmosphère), mais:

c'est vraiment l'interaction complexe océan - atmosphère - homme - zone côtière qui se trouve au centre des enjeux du futur dans tous les sens et particulièrement du point de vue recherche.

17- Découverts en 1977.

La zone côtière est extrêmement intéressante du fait qu'elle est une sorte de frontière diffuse où se matérialise la jonction entre deux mondes bien différents : le maritime et le terrestre, mais où chacun d'eux projette son action et son influence bien au-delà de cette bande littorale déterminée par les limites de la haute et la basse mer, parfois à des distances assez larges.

C'est dans ce contexte que se posent dans une large mesure les questions relatives aux interactions entre l'océan et la zone côtière, relations complexes qui peuvent être souvent nuisibles à la stabilité et même au maintien de l'espace terrestre adjacent.

La géographie et la géologie de ce côté de l'Atlantique ont défini un espace océanique, dont les contours sont bien définis (Fig. 4) et dont la localisation coïncide avec une région sismique qui constitue clairement une région de transition du point de vue climatique, océanographique, écologique et de productivité.

Nous remarquons aussi que la plus grande partie du littoral marocain est baignée par l'Atlantique (3000 km), le restant est bordé au nord par la mer Méditerranée. Les côtes marocaines et les côtes méridionales du Portugal (Algarve) et d'Espagne (Andalousie) délimitent le Golf de l'Alborán à l'Est et celui de Cadiz à l'Ouest (que l'étranglement du détroit de Gibraltar distingue).

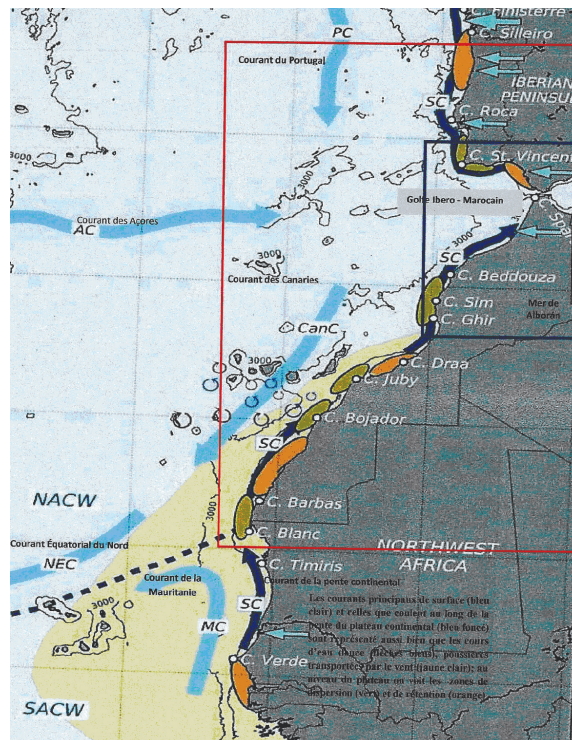


Figure 4 : Le grand complexe marin Ibéro – Marocain (Source : Aristegui *et al*, 2004)

Si on projette cette zone géographique vers l'Ouest et le Sud nous sommes devant une immense *aire maritime de transition* mais aussi de *continuité* (Est-Ouest et Nord-Sud) que ce soit des points de vue faunistique et floristique, d'espèces qui prédominent les pêcheries, de circulation océanique, des résurgences marocaine et portugaise et d'une certaine communion saisonnière avec les eaux tropicales de transgression et de régression. C'est aussi une aire de continuité de la culture, de la langue et de l'histoire.

La situation peut être mieux appréhendée si, outre la géographie, on considère les aspects scientifique et technique : courants océaniques, résurgences, espèces dominantes communes (Clupéidés), fractures géologiques et sismicité, risque de tsunamis, houles, monts sous-marins, biodiversité, espèces invasives, désertification, érosion, géo-ingénierie, littoralisation, pandémies, contaminations, etc.

Naturellement, ce vaste espace maritime (et ses frontières) est loin d'être uniforme sur toute son extension. En effet, la continuité des zones côtières est physiquement interrompue par l'orientation du littoral (qui, à l'approche du détroit de Gibraltar, change d'orientation de nord-sud plus ou moins prononcée vers une orientation ouest-est) et aussi par l'orientation des vents et de la circulation qui prédominent.

Aussi bien les courants que les vents sont influencés par l'architecture du Golfe Ibéro Marocain¹⁸. Toutefois cette cassure géographique n'empêche pas le fait que dans cette vaste région maritime, on peut observer une sorte de ligne de continuité concernant les résurgences. Ces résurgences qui se prolongent depuis le sud du Sénégal jusqu'au nord-est de la Galice, constituent une source de richesse halieutique remarquable notamment dans la zone sous juridiction marocaine.

À l'examen des cartes thématiques, on découvre l'importance de cette configuration géographique (une sorte de «sablier» tombé) qu'assure, à travers le détroit de Gibraltar, la connexion atlanto-méditerranéenne entre la mer d'Alborán et le Golfe Ibéro Marocain¹⁹. Cette liaison (Fig. 5) est le siège d'un transfert de masses d'eau d'origines et de densités différentes entre la Méditerranée (eaux profondes plus denses qui influencent la circulation thermohaline) et l'Atlantique (eaux de surface moins denses, qui compensent les pertes par excès d'évaporation).

18- Selon la définition de Vanney et Ménanteau in Laubier (2007) «... le golfe Ibéro-Marocain est la plus profonde empreinte laissée par la convergence des milieux solides, fluides et vivants, des civilisations et des trafics entre les bords occidentaux de l'Afrique et de l'Europe dressés au-dessus de la partie d'océan vrai la plus précocement intégrée à ce que les géographes anciens appelaient l'œkoumène, c'est-à-dire l'espace habité...».

19- La ligne qui délimite le Golfe Ibéro-Marocain du côté occidental devrait partir du Cap Sim comme cela est soutenu par des collègues marocains. Néanmoins, on a décidé de la projeter un peu plus à l'Ouest pour faciliter la lecture de la carte.



Figure 5 : Déversement de l'eau méditerranéenne en Atlantique

Au-delà des résurgences côtières susmentionnées, il faut noter l'importance et la diversité des nombreux milieux continentaux sous influence marine (*milieux paraliques*, c'est-à-dire les zones côtières plus au moins piégées entre mer et terre), dont les estuaires, les lagunes, les baies et les *merjas* (zones marécageuses) méritent une attention particulière en raison de leurs grands intérêts scientifique et socio-économique. À titre d'exemple nous citons les *lagunes* (Moulay Bouselham, Oualidia, Sidi Moussa, Khnifiss, Smir, Bou Areg, entre autres), les *estuaires* (Moulouya, Tahaddart, Loukkos, Sebou, Bou Regreg, Oum Er-Rbia, etc.) et les *baies* (Dakhla, El Jadida, etc.).

De façon générale, les interfaces ou milieux de transition, aussi bien que le littoral, sont caractérisés par une richesse écologique appréciable, indépendamment du fait que ces interfaces sont aussi le siège d'importants transferts d'énergie et de matière. Or, c'est précisément dans les systèmes lagunaires et estuariens du littoral que le Maroc trouve une autre source importante de richesse renouvelable²⁰.

20- Le Maroc est très riche du point de vue biodiversité, grâce à une gamme remarquable de bioclimats. Dans son territoire et eaux de juridiction, on estime l'existence de 24000 espèces animales et 7000 espèces végétales avec un taux d'endémisme global de 11% pour la faune et de plus de 20% pour les plantes vasculaires, taux sans égal dans tout le bassin méditerranéen (Département de l'Environnement, 2009).

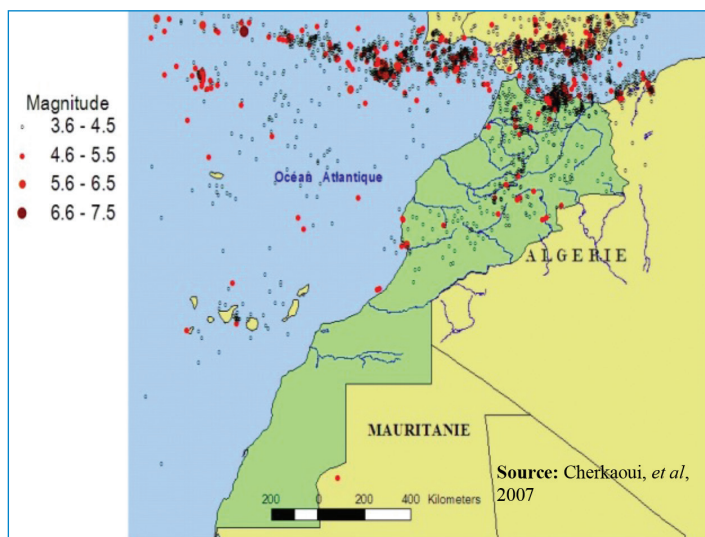


Figure 6 : Sismicité du Maroc et des régions limitrophes (entre 1901 et 2006)

Une grande partie des ressources et des richesses du littoral marocain se concentre dans un espace (axe Kénitra-Safi) qui peut être considéré comme sérieusement menacé dans la mesure où il est fort attractif pour l'implantation des grandes villes, le développement touristique et la concentration de l'industrie lourde.

La proximité des grands ports marocains et leur position stratégique (pour le tourisme, l'industrie lourde, la pêche et le commerce) justifie l'attention accrue qui doit être ciblée sur l'anticipation, la détection, la lutte et la mitigation des désastres écologiques et la destruction de zones côtières²¹ (dont on a déjà une large et triste expérience au niveau internationale, en raison des actions de forage des fonds marins et des déversements de carburants).

Géologiquement, on est devant une zone d'instabilité permanente (Fig. 6) due à la continuité des mouvements de compression entre les plaques africaine et eurasienn²². L'instabilité est aggravée par des matériaux déformables, comme les marnes plastiques ou les hydrates de méthane. En effet, à cet endroit se trouve la zone de contact entre les deux plaques dont la frontière est marquée par une ligne sismique qui suit pratiquement la parallèle 36°N entre les Açores et la Sicile. Cette région est caractérisée par différents types de déformations et par l'existence de sources tsunamigènes²³.

21- Les débris marins constituent depuis des années une sérieuse menace pour la biodiversité océanique et côtière.

22- Le Maroc se trouve dans la zone africaine la plus active sismiquement (Ben Sari, 2004).

23- Historiquement, la région occidentale entre les Açores et Gibraltar aussi bien qu'à l'Est du détroit (appelée région Ibéro Maghrébine) est caractérisée par une grande activité sismique, dont un nombre significatif d'événements destructeurs.

Aucun des aspects cités ci-dessus n'est indifférent pour les pays côtiers comme le Royaume du Maroc avec une vaste zone maritime de juridiction.

Fruit des jeux de l'histoire et de la géographie, le territoire marocain est un vaste ensemble côtier de plaines et de plateaux de faible ou de moyenne altitude s'allongeant entre deux barrières naturelles qui sont, les chaînes montagneuses de l'Atlas au Sud et à l'Est et la façade maritime atlantique (3000 km) à l'Ouest et au Nord, le reste est placé au bord de la Méditerranée.

Inserés dans une zone aride à semi-aride, les scénarios du changement climatique pour le Maroc prévoient de sérieuses menaces pour les populations dans ce territoire où :

- ❖ la progression de la désertification associée à des changements significatifs des précipitations et de sécheresse²⁴. La surface arable déjà réduite (représentant seulement 20% du territoire) souffre de pertes en raison des phénomènes naturels telles que la désertification et l'érosion mais aussi en raison des activités anthropiques telles que le surpâturage et la déforestation excessive ce qui contribue à la vulnérabilité du secteur agricole;
- ❖ les ressources sont essentiellement littorales et trop concentrés. En effet, une grande partie des ressources (40%) est concentrée sur 1% du territoire (en termes de valeur ajoutée, 77% du pays contribue pour seulement 10%);
- ❖ les transformations profondes peuvent causer une perte significative en biodiversité du territoire et, surtout, pour la pêche qui dépend largement des upwellings côtiers qui sont eux aussi déjà menacés;
- ❖ la contamination du littoral et des eaux côtières (sans oublier qu'au-delà de la contribution directe de la concentration démographique on doit tenir compte de la dégradation progressive de la qualité des eaux de barrages et des nappes phréatiques avec prolifération des habitats insalubres);
- ❖ la vulnérabilité accentuée de la zone côtière à cause des modifications de sa dynamique (progression de la mer, érosion du littoral, extraction du sable et désastres naturels) et de celle de la population rurale suite à la réduction de l'activité agricole en raison de la salinisation progressive des sols.

Pour toutes ces raisons on considère que la région désignée par le complexe Ibéro-Marocain rassemble les conditions presque idéales pour la réalisation de programmes et de projets de recherche intégrée multidisciplinaire, tant au niveau national qu'en coopération avec des chercheurs ou des institutions d'autres pays (notamment ceux du voisinage du Royaume).

24- Selon les études réalisées en 2001, le réchauffement climatique au Maroc sera compris entre 0,6 et 1,1°C entre 2000 et 2020. Inversement, les précipitations baisseront de 4% au Nord et l'intensité des orages augmentera tandis qu'au Sud et à l'Est les sécheresses connaîtront des accroissements en fréquence et en intensité.

III- BASES POUR UNE POLITIQUE DE RECHERCHE SUR L'OCÉAN ET LA ZONE CÔTIÈRE

Dans la conception de ce modèle de politique scientifique qui assurera l'encadrement d'un grand programme de recherche intégré ciblé sur l'océan et la zone côtière, nous avons pris en considération l'existence d'un double défi : d'une part, les menaces que le changement climatique constitue pour l'avenir du Pays (pour anticiper les actions de prévention et mitigation ou même neutraliser ses conséquences sociale et économique) et d'autre part, l'objectif (stratégique) qui consiste à renforcer la capacité scientifique nationale dans les domaines choisis, à ouvrir de nouvelles opportunités (dans différents domaines dont celui de l'économie) et à renforcer les niveaux d'excellence existants.

Les questions relatives aux enjeux qui sont déjà d'actualité et dont nous commençons à discerner les contours à plus long terme n'affecteront pas seulement les générations futures comme beaucoup le pensent, puisque presque 70% de la population marocaine actuelle a une probabilité raisonnable d'être vivante en 2050.

1. Bases conceptuelles

La planification à long terme est toujours un exercice risqué en raison de la multiplicité des facteurs impliqués et surtout de la délicatesse d'une situation où se confrontent différentes logiques systémiques telles que celles relatives aux intérêts humains (sociale et économique) et celles relatives aux écosystèmes.

C'est pourquoi le présent modèle de stratégie a été conçu sur la base d'un ensemble d'idées très simples, en bonne partie déjà mentionnées mais qui semble utile de rappeler à ce stade. Le principal défi concerne notre capacité à changer de philosophie et de comportement pour faire face aux difficultés existantes qui persisteront et tendront à s'aggraver.

Étant donné que nous sommes déjà encadrés par un scénario de transition où le changement climatique est déterminant pour le futur, les repères dont nous nous servons sont :

- ❖ Transversalité des actions (aucun thème ou sujet n'est vraiment isolé et tous les thèmes sont interdépendants),

- ❖ Réseaux, synergies et complémentarités,
- ❖ Intégration des concepts de développement et de conservation, respectant l'axe déterminant de la Conférence du Rio de Janeiro de 1992,
- ❖ Pondération et équilibrage du système de valeurs aussi bien que l'appréciation des intérêts.

Tous les systèmes (y compris le système socio-économique) ont une certaine élasticité, une capacité de recomposition des processus vitaux grâce à leur niveau de résilience (variable) et à l'intervention des mécanismes de *feedback*, c'est-à-dire des mesures de correction de la trajectoire et de réajustement face aux impacts (à condition, naturellement, que ceux-ci n'atteignent pas ou ne dépassent pas les seuils de tolérance).

Aujourd'hui le problème est qu'à l'inverse de ce qui se passe dans les écosystèmes naturels, les systèmes sociaux doivent surmonter la difficulté majeure qui consiste à apprendre à développer leurs capacités d'anticipation, de prévision et de réponse aux impacts d'un changement.

Les approches et la philosophie sous-jacentes ne seront pas indifférentes et dans cette perspective les vastes espaces océaniques libres (aussi bien que ceux sous juridiction d'un État) et les zones côtières doivent être considérés comme un *continuum* patrimonial.

La compréhension et la préservation de ce patrimoine sont prioritaires pour éviter la partialité des visions sectorielles dont les résultats sont forcément négatifs pour les écosystèmes marins et pour la protection des habitats et des espèces littorales²⁵. La diversité des relations entre la mer et le littoral est schématisée dans la Fig. 7 où l'attention a été plutôt concentrée sur l'écosystème «humain», mettant en évidence quelques exemples d'une réalité menaçante (à plusieurs titres) pour l'environnement mais aussi d'autres où l'action humaine peut entraîner des bénéfices mutuelles (pour l'homme et le milieu).

Suivant cette logique on considère essentiels les points de départ suivants :

- ❖ une vision globale, systémique et une approche nécessairement intégrée et adaptative en raison de la complexité des interactions, de la multiplicité des liens d'interdépendances (des réseaux plutôt que des chaînes) ainsi que de la vulnérabilité et la variabilité (temporelle) du milieu et des ressources;

25- Dans ces milieux, ni les eaux ni les espèces marines ne connaissent les frontières artificielles fixées par les hommes. Avec le changement climatique il est possible qu'on observe des modifications profondes d'abondance et de distribution.

- ❖ une approche précautionneuse compte tenu de la nature co-variable du binôme environnement - économie, de la diversité des usages en présence ou des finalités (souvent conflictuelles) et de leur variabilité relative, non seulement, aux limites de tolérance mais aussi à la capacité d'auto régénération du capital naturel.

Toutefois, ce qui intervient dans la relation «Homme – Ressources – Nature» ne constitue pas un complexe relationnel fermé, donc susceptible d'être isolé.

Au contraire, nous sommes devant un très vaste univers d'influences et d'interdépendances où le côté humain dans sa double perspective systémique sociale et économique (liées entre elles mais ne coïncident pas) constitue une forte contrainte.

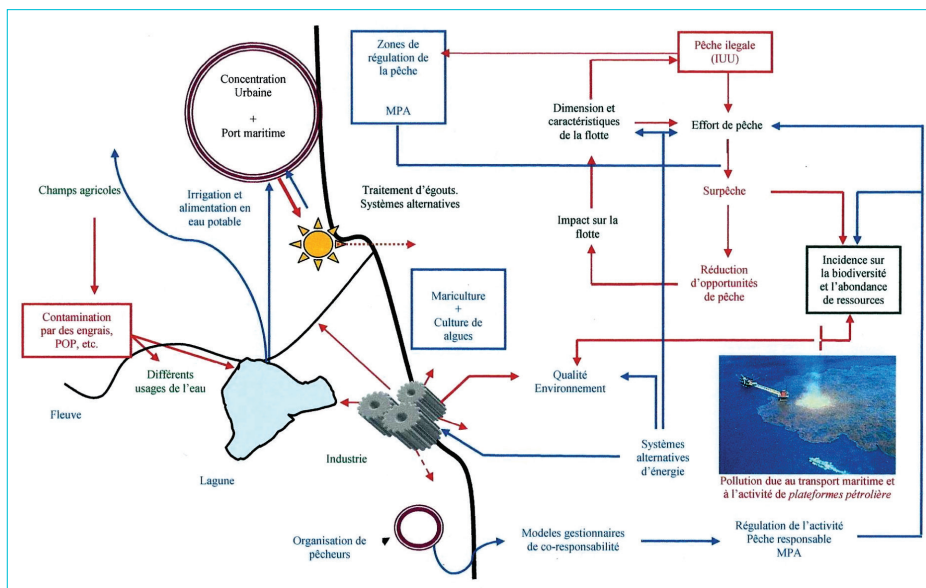


Figure 7 : Schéma sommaire du complexe d'interactions entre l'océan et la zone côtière (la ligne noire sinuée sépare les domaines terrestre et océanique)
Source : Vasconcelos

2. Principaux objectifs

Partant de ces bases, on peut résumer la situation en focalisant l'attention sur un ensemble de cinq objectifs majeurs :

- ❖ **Approfondissement et élargissement** des connaissances sur le climat et le rôle de l'océan et de l'homme dans le changement et l'évolution du climat, aussi bien au niveau du fonctionnement systémique, des interactions entre l'océan et le littoral qu'au niveau de l'évaluation des biens et des services systémiques de ces milieux;

- ❖ **Anticipation, prévision, capacité d'action²⁶ et de mitigation** des impacts inhérents au changement climatique émergeant, contribuant ainsi à la conception et au développement de stratégies évolutives capables de répondre en temps utile à la diversité des situations;
- ❖ **Évaluation des risques et atténuation des impacts de l'action humaine** en prenant en considération l'incertitude, la contribution à la préservation d'un patrimoine commun unique, le bon usage et la protection des océans et des zones côtières, ce qui, au-delà des mesures de régulation des usages, exige un sérieux effort dans les domaines de la recherche, de la coopération intra et intersectorielle et de l'innovation;
- ❖ **Stimulation et renforcement** de la coopération interdisciplinaire, stimuler l'harmonisation des langages, des visions et des méthodes et améliorer la communication interdisciplinaire;
- ❖ **Renforcement du noyau dur de la recherche scientifique et de son niveau d'excellence** en perfectionnant et en amplifiant ses compétences aussi bien que ses liens de coopération au niveau national et international.

Quelle que soit la situation, les difficultés du parcours, recommandent l'union des volontés, l'intégration des approches et des efforts pluridisciplinaires conjoints. Ces actions sont des conditions indispensables à une continuité à long terme.

Dans ce contexte il semble évident qu'on doit encourager la concentration et l'usage responsable et rationnel des moyens humains et matériels en tenant compte des priorités établies.

3. Axes d'orientation stratégique

Un nombre de conditions préalables (les *grands axes d'orientation stratégique*) devra être adopté pour le *renforcement de l'organisation et de la capacité scientifique marocaine* :

- ❖ les projets doivent être cohérents avec les priorités fixées à chaque moment et surtout compatibles entre eux, de façon à assurer une logique de continuité dans la réalisation de l'objectif ultime;
- ❖ les critères de sélection doivent privilégier la qualité et promouvoir le mérite et l'excellence des projets et des équipes de recherche aussi bien que les niveaux de pluridisciplinarité et de complémentarité des efforts, tant au niveau individuel qu'institutionnel;

26- Incluant les situations non anticipées.

- ❖ l'ensemble de l'effort de recherche doit s'appuyer sur une plate-forme élargie permanente à symétrie variable²⁷ pour le soutien de la recherche nationale et des actions développées dans le cadre de la coopération;
- ❖ une culture de coopération (cherchant une combinaison fructueuse des savoirs) doit être stimulée, de même que la formation et la spécialisation des nouveaux cadres et le développement d'un système ouvert d'information spécialisée. Les partenariats et les réseaux de qualité devront être privilégiés, visant la valorisation de synergies.

4. Rôle de l'Académie

Dans ce contexte stratégique (dont le grand objectif est celui de contribuer au renforcement des niveaux d'excellence tout en ouvrant des opportunités et même de nouveaux champs d'action), l'Académie occupe une position essentielle et privilégiée en raison de son impartialité institutionnelle et aussi par l'ensemble de ses compétences et d'expériences pluridisciplinaires (au niveau de son propre corps mais aussi par la diversité de relations qu'elle maintient à niveau mondial avec des organisations similaires).

Sans perturber les actions de recherche conduites par les ministères sectoriels et sur la base du principe de la subsidiarité, l'Académie est dans une position unique pour contribuer de façon active (voire décisive) pour assurer un encadrement innovant au niveau national de la recherche ciblée sur l'océan et la zone côtière, soit en termes de vision pluridisciplinaire de plus large terme, soit d'incitation des efforts intégrés, soit en matière de développement d'approches innovantes, soit encore dans le domaine de la diffusion.

Compte tenu du fait que l'ensemble de ses structures collégiales couvre un large spectre de compétences, l'action de l'Académie pourrait s'appuyer sur une sorte de Comité de Coordination et de Gestion de la Recherche «Océan et Zone Côtière» dont la structure et la composition seraient une émanation des Collèges.

27- C'est à dire, adaptative, ce qui facilitera les ajustements nécessaires à chaque moment aux exigences de l'ensemble des projets en cours, de même que le processus de transfert de technologie et de connaissance. La flexibilité de l'action et l'adaptation sont essentielles pour l'efficacité de l'ensemble des efforts de recherche collaborative ciblée.

IV- DOMAINES STRATÉGIQUES

Conformément aux considérations avancées précédemment, quelques thèmes fondamentaux, dont la dimension couvre largement l'ensemble des questions soulevées dans ce document, ont été choisis (fig. 8). Parallèlement, nous avons tenté à travers ce choix de contribuer de façon constructive à atteindre un niveau de perfectionnement plus marqué par la capacité de : *comprendre* (meilleure connaissance), d'*innover*, de *progresser* et de *renforcer*. Ces choix nous ont été imposés par le double défi à relever :

- ❖ Le premier est relatif au fait qu'il faut élargir et approfondir les connaissances de façon à développer les instruments et les méthodes pour donner la meilleure réponse aux impacts sociaux, structurels et économiques du changement climatique.
- ❖ Le deuxième défi réside dans le fait que cet effort doit contribuer résolument au renforcement de l'organisation et du niveau d'excellence de la science marocaine tout en privilégiant et en renforçant les approches multidisciplinaires.

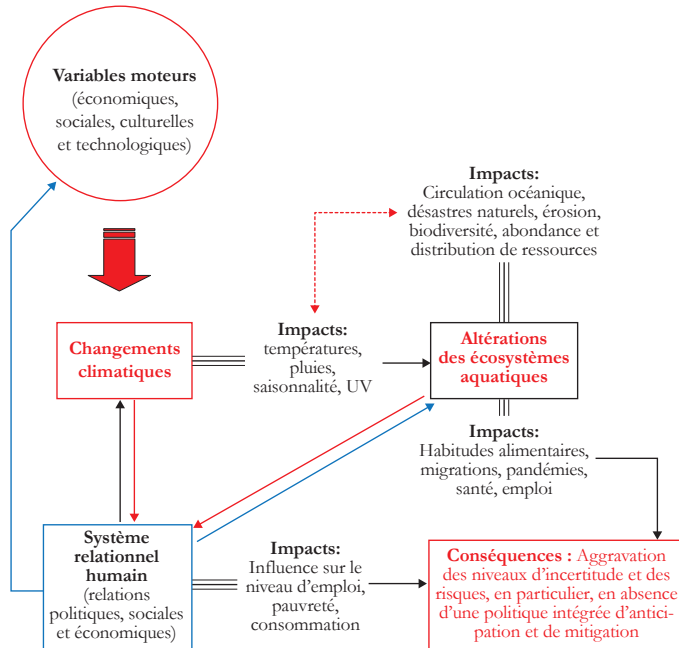


Figura 8 : Schéma simplifié des conséquences d'un changement environnemental (climat et écosystèmes)

Source : Vasconcelos, 2002

Ainsi, tout au long de la conception de ce projet, nous avons essayé d’aller au-delà des domaines spécialisés du complexe systémique «océan – climat - zone côtière», pour permettre la possibilité de contribuer à une meilleure perception à celui du «réseau d’interdépendances avec les écosystèmes terrestres» et, en particulier, les populations humaines (santé publique, biodiversité terrestre, etc.).

Dans ce vaste univers que constitue la biosphère, il y aura sûrement de nombreuses situations où les différentes données pourront être de grande utilité pour d’autres domaines de recherche (Fig. 9).

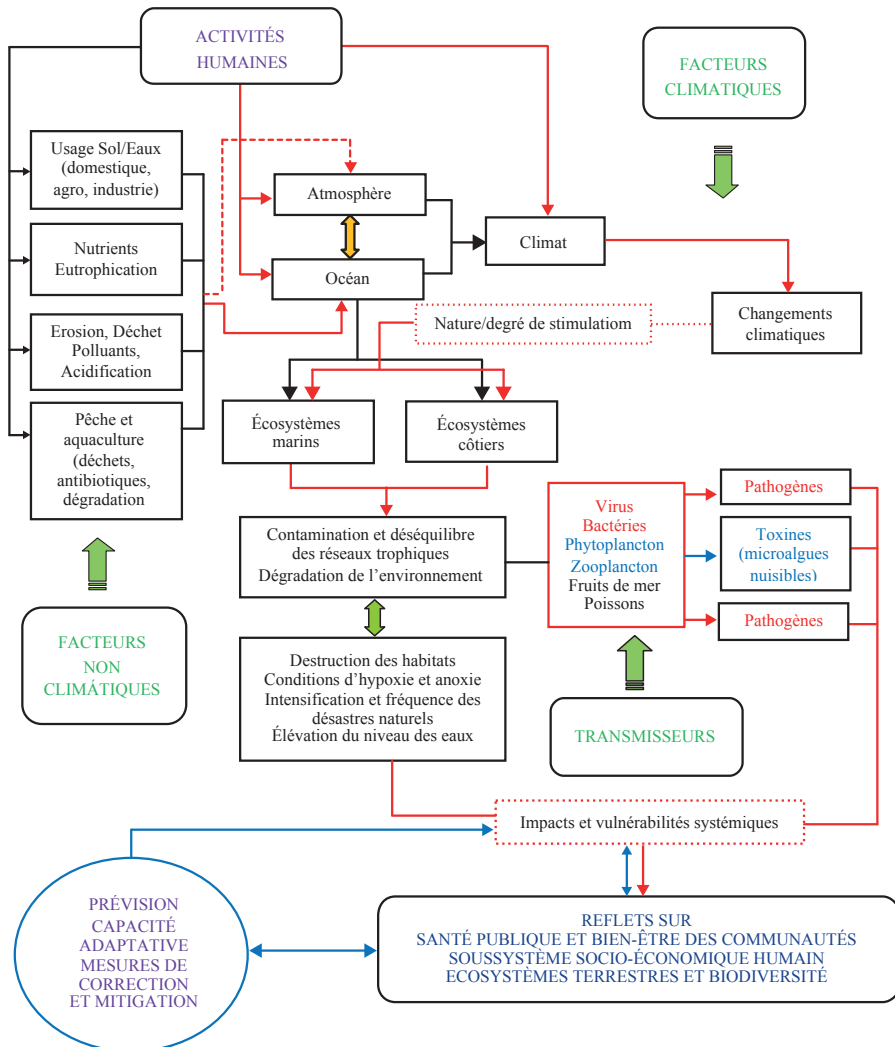


Figure 9 : Schéma des relations de l’homme avec son environnement, des conséquences sur l’océan et l’atmosphère et les impacts des changements climatiques avec reflets sur la santé et le bien-être publiques

Source : Fulgencio de Moura *et al*, 2012, modifié

L'opportunité de développer une *plateforme de coordination et d'échange de perspectives* diversifiées, au même temps que d'essayer d'*harmoniser les différentes méthodes de collecte et de traitement de données* ouvrira, certainement, de nouvelles perspectives et contribuera à une réduction de certains coûts, grâce aux synergies et aux complémentarités. Le lien cohérent et l'articulation logique qui peuvent être assurés entre les différents projets / programmes en fonction du temps favorisent une confrontation plus efficace des problèmes sociaux et l'épanouissement d'une économie plus flexible, raisonnée et intelligente de l'usage du milieu et des ressources océaniques et côtières. Les cinq grands thèmes choisis, dont quatre centraux et un cinquième qui leur est transversal sont :

1. Océans et climat

Fondement

Les altérations du climat sont accompagnées de modifications océaniques en raison des interactions biochimiques et physiques avec l'atmosphère. Dans l'ensemble, ces changements vont se répercuter sur la composante biotique (dont l'homme) et sur les zones côtières (avec des conséquences sur leur géographie, leur biodiversité et sur leurs conditions de sécurité).

L'augmentation des températures, l'acidification des eaux marines et l'élévation du niveau de la mer doivent constituer une préoccupation majeure en raison de la sévérité de leurs impacts directs sur la circulation océanique, les massifs de corail, le système productif marin et sur les zones côtières très vulnérables.

Les projets doivent contribuer à une meilleure compréhension des processus du changement en cours ainsi qu'à leurs implications dans le devenir de la région. Dans ce contexte, la genèse et la nature des mécanismes qui sont à l'origine des situations de stress environnemental, des changements de la circulation océanique et de la modification des cycles biogéochimiques méritent une attention particulière. Le couple océan-atmosphère est une composante de la dynamique des masses d'eau qui favorise la productivité, les résurgences et leurs convergences/divergences.

Typologie des projets

Exemples

- Observation du climat et de son évolution (nature et extension des changements et leur variabilité), ainsi que son interaction avec l'océan en identifiant et en évaluant l'importance relative des causes naturelles et anthropiques.
- Nature et extension des impacts sur le milieu, sur la biodiversité et sur la distribution et l'abondance des espèces.

- Géomorphologie et topographie des fonds marins et des monts sous-marins.
- Changements de la circulation océanique ainsi que le changement de l'intensité, l'extension et la régularité des résurgences (upwelling).
- Interférence dans le cycle de l'eau et les cycles biogéochimiques et leurs effets à court et à long termes.
- Observation et surveillance des modifications relatives à la dispersion et la concentration des polluants chimiques, des microorganismes et des toxines.
- Identification des mécanismes et des niveaux déclencheurs de situation conduisant aux «changement de régimes» «*shift regimes*», et identification des indicateurs des seuils critiques et des menaces émergentes pour la santé humaine et pour les écosystèmes côtiers.
- Intégration des scénarios climatiques et socio-économiques visant l'amélioration des évaluations relatives aux prévisions des conséquences futures.
- Réduction de l'incertitude dans les observations et les projections.
- Établissement de modèles de prévision et développement de moyens et de méthodes qui permettent de réduire les impacts sur les communautés humaines et leur permettre de mieux se défendre à l'arrivée de situations extrêmes.
- Cartographie de risques.

2. Fonctionnement des écosystèmes marins et côtiers

Fondement

Chaque composante de l'écosystème (biotique ou abiotique) joue un rôle important, compte tenu de sa composition, de sa dynamique et de la complexité de ses relations d'interdépendance. En effet, ces relations contribuent, dans leur ensemble, à la définition des équilibres extrêmement fragiles (oscillant entre des limites étroites). Ces interdépendances (parfois très spécialisées), la vulnérabilité systémique aussi bien que leurs limites de tolérance sont des éléments essentiels pour la compréhension du monde dont dépend notre survie, justifiant la définition et l'adoption de comportements plus responsables dans l'exploitation de ses ressources naturelles.

On envisage donc une meilleure et une plus profonde compréhension des problèmes qui affectent les relations entre l'Humanité et la Nature et qui sont à la base d'un appauvrissement progressif des ressources naturelles. Dans ce sens on doit considérer des projets ciblés sur l'exploration d'alternatives aux usages traditionnels et industriels actuels et l'ouverture de nouvelles opportunités.

L'ignorance du fonctionnement et de la fragilité des écosystèmes associées à une vision purement économiste et de court terme sont les principaux responsables de la dégradation environnementale actuelle. La destruction continue des habitats et des ressources sont les uniques témoins du statut quo).

Typologie des projets

Exemples

- Biodiversité et relations d'influence et d'interdépendance avec les milieux physique et chimique.
- Rôle de la diversité microbienne dans le fonctionnement des écosystèmes.
- Changement climatique et ses conséquences sur les réseaux d'interdépendance (en particulier, au niveau des réseaux trophiques) et le système productif.
- Conséquences du changement climatique sur l'alimentation et la santé des populations humaines.
- Paléoécologie et changement climatique.
- Indicateurs de tolérance biologique, écologique et socio-économiques.
- Identification et évaluation des biens et des services systémiques (détermination des référentiels qui permettent la mesure des impacts sur la santé humaine, le concept du bien-être ainsi que la « mesure » ou la traduction des valeurs esthétiques, scientifiques et culturelles).
- Variations spatiales et temporelles des populations et des altérations des cycles biologiques (et de leurs relations biologiques, chimiques et physiques) et du métabolisme des espèces clé.
- Systèmes productifs (pêche, aquaculture, «*sea-ranching*», diversification de cultures et d'usages²⁸).
- Relations de la productivité d'une ressource avec les caractéristiques de l'habitat et d'autres composantes biotiques (possibilité d'application du concept d'*habitat essentiel*).
- Identification de nouvelles opportunités, ressources ou de services.
- Potentiels en matières premières minérales non énergétiques, comme les nodules polymétalliques et les granulats.
- Cartographie de la vulnérabilité relative des espaces maritimes, côtiers et lagunaires.

28- Pas seulement des poissons, mais d'autres espèces ou groupes comme les micro- ou macro-algues, les coquillages ou les crustacés. On doit aussi diversifier les usages (nouvelles sources de protéines et d'énergie, au-delà des applications actuelles).

- Évaluation des risques associés à la persistance des méthodes d'exploitation excessive et développement de méthodologies et de systèmes organisationnels au niveau de la petite pêche (co-gestion et gouvernance) dont l'action vise une meilleure gestion des activités et la préservation des habitats et des ressources.
- Planification spatiale et régulation de l'accès et des usages aux espaces et aux ressources (MPA²⁹, etc.)³⁰.

3. Interactions océan – zone côtière

Fondement

La zone côtière est la région de confluence où se rencontrent les milieux océanique, terrestre et l'atmosphère mais en raison de la nature fluide et dynamique de l'environnement aquatique et en raison de la plasticité du littoral, ses limites sont diffuses et elle est le lieu où l'influence de chaque système s'exerce de l'autre côté de cette frontière et à des distances notables.

Malgré les fortes pressions dont les écosystèmes côtiers sont le siège, la littoralisation des activités humaines et les fortes densités urbaines continuent d'augmenter constituant une sérieuse préoccupation. Les changements observés dans le drainage de l'eau des plus importants bassins versants ³¹ (suite à la construction de barrages) ont de sérieux impacts sur la productivité du littoral, en conséquence, à titre d'exemple, à la réduction du transport de nutriments nécessaires à l'enrichissement des deltas, des estuaires et des eaux côtières.

Typologie des projets

Exemples

- Interactions entre l'océan et la zone côtière.
- Dynamique et vulnérabilité des systèmes côtiers.
- Espèces envahissantes, nature, cause de leur introduction, effets sur la biodiversité autochtone et méthodologies de contrôle, d'intervention, de lutte et de mitigation.

29- MPA, acronyme de zone marine protégée (Marine Protected Areas).

30- Dans ce sens un Programme pilote basé sur le concept de MPA et dont l'organisation (coopérative ou autre) doit être destinée aux communautés de petits pêcheurs côtiers, stimulant l'usage de solutions telles la co-gestion et la co-responsabilisation.

31- Au Maroc, les deux bassins versants les plus importants sont le Moulouya et le Sebou. Les questions et les inquiétudes tendent à augmenter face à l'incertitude inhérente au changement climatique.

- Contaminants, agents pathogènes, proliférations d'algues toxiques et écotoxicité (une attention particulière doit être accordée à l'aquaculture).
- Les transports des particules et des polluants de la surface continentale par voies aérienne ou aquatique. Dynamique des flux biogéochimiques.
- Structures tectoniques, topographie géologique, sources hydrothermales (fissures, cheminées) et monts sous-marins volcaniques à sommet aplati (guyots³²).
- Communautés associées aux monts sous-marins.
- Salinisation des sols du littoral.
- Désastres naturels (augmentation du niveau marin, houles, tsunamis, inondations et impacts sismiques).
- Études épidémiologiques et surveillance de maladies.
- Indicateurs des menaces émergentes pour l'homme et pour les écosystèmes.
- Etablissement des cartes de risque.
- Vulnérabilités et «géo engineering».
- Contamination des sols, des nappes phréatiques, des lagunes et des eaux marines.
- Zonage du littoral et des espaces maritimes. Cartographie des usages et des paysages océaniques et côtiers.
- Dégradation du paysage, des habitats et de la biodiversité.
- Résilience des espèces (des algues jusqu'aux mammifères), comme le phoque moine de Méditerranée (*Monachus monachus*).
- Littoralisation et tourisme de masses.

4. Innovation

Fondement

L'exploration de la mer est assez difficile en raison des fortes limitations de la vision et des moyens en nombre et en capacité. En conséquence, la récolte des données est, non seulement très onéreuse, mais elle tend à être fragmentée dans le temps et l'espace. Toutefois, l'expérience cumulée et les progrès technologiques notoires dans plusieurs domaines dont la miniaturisation ouvrent toute une série de possibilités qui doivent d'être explorées.

32- Nommés en honneur du géologue et géographe Arnold Henri Guyot.

Les moyens et les méthodes utilisés depuis plusieurs décennies continueront à avoir une place importante surtout dans le domaine de l'océanographie opérationnelle. Cependant, de nouvelles solutions devront être essayées et mises en pratique dans différents domaines : organisation, méthodes et approches visant à évoluer en termes de continuité et de synchronie des données, rapidité dans la communication, la diffusion et le degré de couverture (spatiale et temporelle). L'amélioration des techniques d'observation et de suivie «monitoring» est stratégique pour surmonter les limitations actuelles en navires dûment équipés, à leur coût opérationnel élevé et au caractère fragmentaire (spatial et temporel) des données.

Typologie des projets

Exemples

- Versatilité, organisation et compatibilité des méthodologies.
- Développement d'études de simulation multidisciplinaires.
- Gestion des données systémiques visant la modélisation mathématique des problèmes environnementaux (circulation, changements, dispersion, etc.).
- Versatilité des outils de modélisation.
- Améliorer les méthodes d'analyse et d'utilisation des données multiéchelles provenant des réseaux d'observation de l'écosystème pour projeter les effets des changements dans les facteurs d'entraînement des écosystèmes («drivers»).
- Valorisation de la biodiversité et réorientation des actifs en excès ou nuisibles vers des ressources exploitables non traditionnelles et même non conventionnelles (biotechnologie et nouveaux produits pour l'industrie, production d'énergie, médecine, pharmacie ou cosmétique).
- Marqueurs génétiques pour la démarcation de populations et la reconnaissance d'espèces.
- Technologies de télédétection («remote sensing») pour l'étude de l'océan et pour l'identification, la quantification et le suivie des espèces, en incluant les empreintes optiques.
- Capteurs pour la détection de micro-algues toxiques (utilisation des biosenseurs).
- Spectrométrie de masse pour le suivie des traces de contaminants.
- Utilisation non traditionnelle et non conventionnelle des ressources.

- Développement de plates-formes de coordination et d'émission, pour assurer l'articulation entre les réseaux d'observation et de mesure capables, à leur tour, de détecter, de contrôler et d'analyser les variations spatio-temporelles dans le littoral et les eaux profondes.
L'action de ces réseaux peut être complétée par des navettes «*remote controlled*» destinés à la prospection, à la collecte de données *in situ* ou à l'information - les uns et les autres auront recours à la nanotechnologie, nanomatériaux, biomatériaux, robotique et nouveaux matériels (comme les composites).
- Systèmes de recyclage et de stimulation / développement de technologies propres pour l'industrie, l'agriculture, les transports et les centres urbains.
- Construction navale, privilégiant les nouveaux types de bateaux et les systèmes de réfrigération et de propulsion de basse consommation ou ayant recours aux énergies alternatives.

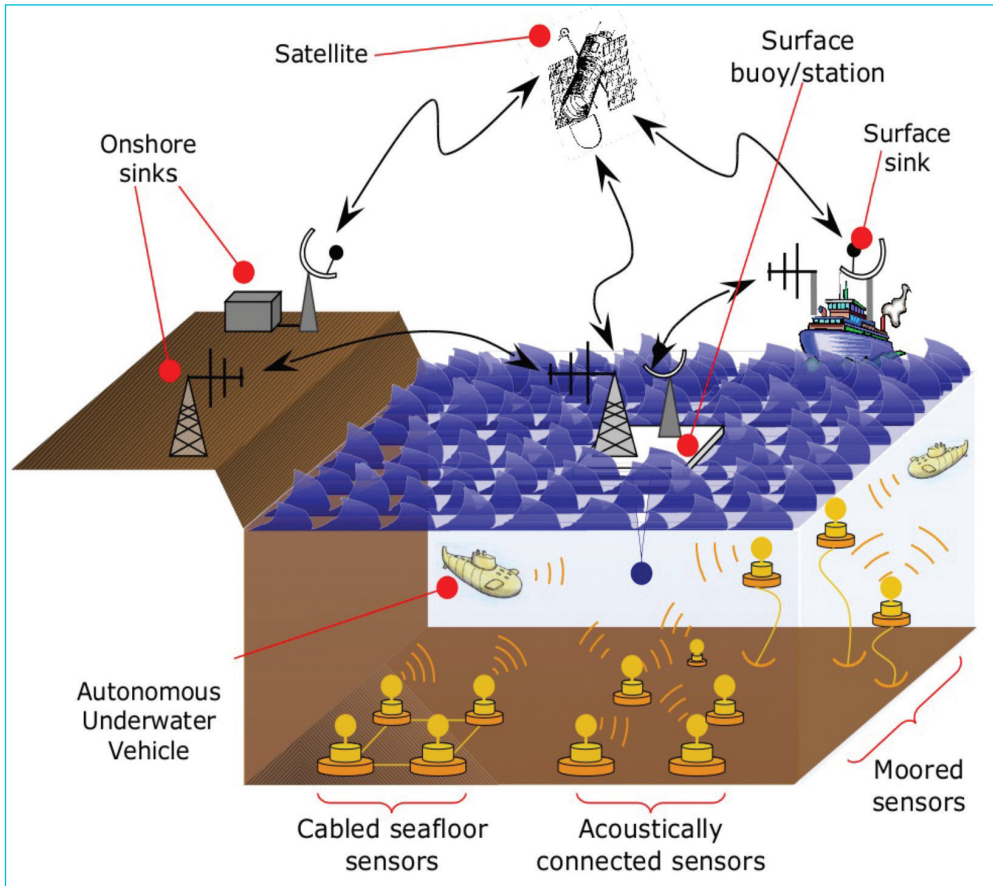


Figure 10 : Un système intégré de collecte de données
Source : Heidemann *et al*, 2012

5. Système d'information

Fondement

L'information relative aux progrès scientifiques et à la connaissance de la réalité sociale et économique est essentielle, non seulement, pour la conception des politiques et de leur application en respect des priorités établies mais aussi de la communauté scientifique

Dans la conception de ce document une des questions considérées fondamentales respectait cette idée simple : le progrès dans un domaine aussi complexe et si diversifié que celui du climat, l'océan et le littoral imposait un effort collectif, complémentaire et interdépendant et jamais l'isolement et l'indépendance, chacun choisissant le chemin selon ses convenances.

Plus encore, le progrès dépend aussi, et fortement, d'une information ouverte et accessible.

Exemples d'une typologie de projets

- Développement d'un Programme coordonné de surveillance (*monitoring*) en utilisant aussi bien des capteurs (température, salinité, etc.) que des collecteurs (phytoplancton, zooplancton, etc.) dans les bateaux commerciaux qui assurent des parcours réguliers de transport le long du littoral³³.
- Banques de données.
- Bibliothèques digitales.
- Nouvelles technologies d'information et de communication (TIC).

33- À l'image du Continuous Plankton Recorder Survey.

V- UNE PERSPECTIVE D'HORIZONS

La rapidité relative des changements qui se déroulent actuellement dans les différents écosystèmes (phénomène qui a évolué au fil des ans et qui tend à s'accélérer) justifie l'urgence de développer et de mettre en œuvre une politique de recherche ciblée sur les océans et les zones côtières. L'objectif de cette politique consiste à mieux connaître la structure et l'organisation spatio-temporelle des écosystèmes et surtout mieux comprendre leur fonctionnement, leurs fragilités et comment ces éléments contribuent, directe ou indirectement, au soutien des populations humaines.

Dans un monde en pleine mutation, des avancées rapides sont nécessaires pour progresser dans les stratégies de récupération des situations menacées ou dégradées et de l'aménagement responsable des usages.

Ainsi, il est nécessaire de mieux mesurer les impacts humains (et les phénomènes naturels), les dommages collatéraux puisque ils influencent de façon pernicieuse les conditions essentielles de la biosphère telles que la «*carrying capacity*» des écosystèmes, aussi bien que leurs résilience, la biodiversité et la soutenabilité à long terme.

En raison de la diversité et de la complexité des problèmes posés, l'accent doit être mis sur l'effort collectif, la multidisciplinarité des approches et l'articulation entre différents projets de recherche, ce qui suppose au départ des objectifs pratiques et ciblés à court terme s'appuyant sur les structures opérationnelles existantes.

Les défis liés au changement climatique et ses impacts prévisibles sur l'océan, la zone côtière et sur les populations sont suffisamment sérieux pour exiger de notre génération une réflexion soigneuse dans le sens d'anticiper les meilleures solutions et visualiser le chemin qu'il faut faire pour les atteindre.

Précisément pour cette même raison des actions de réflexion, d'information et de sensibilisation périodiques semblent importantes, non seulement, entre institutions scientifiques mais aussi auprès des étudiants (pour attirer leur attention à la recherche dans un domaine stratégique pour l'avenir du Royaume), des communautés de pêcheurs (la pêche responsable, la préservation du milieu et des ressources, la valorisation de leurs produits et le gaspillage) et des populations (l'occupation des sols, les variations climatiques et l'adaptation de l'agriculture, la salubrité du milieu, l'usage de l'eau et des engrais).

Cela permettra de gagner du temps pour organiser le tissu scientifique national autour des grands programmes/projets de recherche ciblés sur l’océan et la zone côtière, ouvrant ainsi la voie aux prochaines étapes (ou horizons temporels) sur une base progressivement plus solide et élargie.

Enfin ce qui est envisagé comme solution pragmatique, c’est la création d’une Autorité Nationale (sous la forme d’une Agence).

L’objectif central de cette Agence sera l’établissement des conditions qui favorisent en permanence l’intégration entre les différents domaines de connaissance donc leur transversalité et une plus grande flexibilité combinatoire et adaptative, ouvrant les portes à une vision holistique, à une approche systémique et à l’innovation.

La portée et la complexité des problèmes ainsi le conseillent.

Chaque horizon devra être associé autant que possible à un ou plusieurs objectifs majeurs, assurant une relation évolutive logique (même si non-linéaire) entre les différents thèmes de recherche.

Le renforcement et la consolidation du système de recherche marocain ciblée sur l’océan et la zone côtière constituent le grand objectif à atteindre.

Dans ce sens, et à titre d’exemple, on pourrait définir la progression envisagée comme suit :

1. Horizon 1 - (décembre 2018) - Organisation

Pendant cette période on doit se concentrer sur l’organisation et la définition des conditions essentielles pour le développement du projet.

Ceci n’empêchera pas la concrétisation de projets qui relèvent de la coopération internationale et entre Académies dans la mesure où ils sont insérés ou compatibles avec la nature et les objectifs des thèmes déjà identifiés.

Cibles pertinentes

Fixation des grands objectifs stratégiques à atteindre; adoption des axes d’orientation stratégique et des priorités ainsi que le choix des projets les plus cohérents et les plus appropriés,

Approche sélective des réseaux, des centres et des unités de recherche sectorielle et universitaire et développement des liens de coopération stratégique,

Organisation/renforcement des plates-formes et des réseaux de recherche pluridisciplinaires, en prenant en considération la disponibilité et les conditions d'accès aux équipements lourds par exemple, la coordination des actions et la convergence des efforts.

2. Horizon 2 - (2018-2020) - Renforcement et diversification

L'expérience acquise permettra d'évaluer la pertinence d'introduire des ajustements et de prévoir les conditions qui devront prévaloir dans un avenir proche,

Des modifications pourront être introduites dans les projets de coopération mis en exécution pendant la première phase.

Cibles pertinentes

Élargissement du système de recherche et d'innovation à différents niveaux (en termes d'organisation, de méthodes, de techniques, de communication et de projets de recherche),

Identification des Unités et/ou Centres d'Excellence et organisation de réseaux de coopération pluridisciplinaire (à intégrer dans le réseau national),

Renforcement de l'effort de recherche axé sur l'anticipation, la prévision/prévention des situations de risque en matière d'interaction océan – zone côtière, d'évolution du littoral, des impacts sur la santé et le bien-être des communautés humaines (mais également sur la biodiversité environnante et les écosystèmes) en surveillant l'évolution épidémiologique et les menaces/maladies émergentes conséquentes à l'exposition humaine et animale aux changements du milieu,

Organisation et cadrage de la petite pêche et du programme de recherche expérimentale basé sur le concept de zones protégées destiné à développer et à renforcer l'approche participative/partenaire des communautés/organisations de petits pêcheurs côtiers et à stimuler l'adoption de règles d'aménagement basées sur les principes de la co-gestion et de la co-responsabilité,

Aménagement intégré des eaux sous juridiction marocaine et de la zone côtière sur la base d'un réseau d'unités de gestion des activités humaines³⁴ ce qui suppose une régulation spatio-temporelle de l'accès et de l'harmonisation des usages. Des aires maritimes protégées (outils d'aménagement) devront être mises en place³⁵ pour compléter le réseau national de préservation des ressources biologiques et des valeurs paysagères et patrimoniales,

Consolidation (ou essai de consolidation) d'un réseau de coopération active entre le système de recherche et l'industrie.

3. Horizon 3 - (2020-2025) - Consolidation et développement

Jusqu'à la fin de 2020, l'essentiel du système de recherche océan et zone côtière doit être structuré et organisé. Les changements environnementaux et démographiques se poursuivront au cours des prochaines décennies, entraînant une exposition à une plus grande vulnérabilité où les risques et l'incertitude seront plus élevés tandis que la résilience tendra à se réduire.

De ce fait, il est nécessaire de consolider le système de recherche et ses différentes ramifications spécialisées sur une base solide et aussi assurer des méthodes et des systèmes d'observation plus robustes afin d'améliorer significativement la capacité de prévision et d'anticipation. C'est dans ce cadre qu'on envisage la création de l'Agence de Recherche avant l'échéance de cet horizon, prévu pour 2025.

Cibles pertinentes³⁶

Programme sélectif d'attraction de talents dans les différents domaines de la recherche et le renforcement de la capacité scientifique marocaine d'excellence en cohérence avec les priorités adoptées,

Création de l'Agence Nationale pour le Recherche de l'Océan et la Zone Côtière,

34- Pêche, aquaculture, navigation, loisir, tourisme, exploitation industrielle.

35- Éviter dans la mesure du possible la fragmentation des habitats.

36- Il y aura certainement d'autres orientés plus directement vers les particularités des sous-programmes et projets de recherche mais à ce moment il serait prématuré de les identifier.

Approfondissement des connaissances sur l'organisation spatiale des écosystèmes et leurs composantes (habitats, espèces, populations et communautés) et sur comment ils réagissent aux impacts climatiques et biogéochimiques,

Développement de projets dans le domaine des technologies critiques visant l'innovation dans des domaines aussi variés que la production de la filière pêche, les systèmes de propulsion et de conservation à bord, la réduction du gaspillage et des déchets (production, transformation et commerce), l'écologie industrielle («technologies propres», le recyclage des déchets et économies d'échelle), l'ingénierie des protéines (matériels biomoléculaires et génie moléculaire), les biocapteurs et bio-récepteurs, la détection des pathogènes, les équipements robotiques autonomes, la communication, l'intégration de données et la gestion de l'information, etc.,

Conception et implémentation de réseaux de surveillance («*monitoring*») sous-marins et de recueil de données articulées avec d'autres sous-systèmes de recueil de données océanographiques (bateaux de recherche et de commerce, bouées, «*rovs*», etc.) et la télédétection par satellite. L'ensemble contribuera à la mise en place d'un Système Intégré d'Information Géographique d'application polyvalente,

Développement des réseaux de prévision et d'assistance à distance (visant des actions d'anticipation et/ou d'atténuation des impacts).

BIBLIOGRAPHIE

- AGOUMI, A. (2003) – Vulnerability of North African countries to climatic changes – Adaptation and implementation strategies for climate change. In IISD et CLIMATE CHANGE KNOWLEDGE NETWORK, Development perspectives on climate change. 14 pp.
- ANONYME, (1995) – Sources and risks of potential future contaminations. In Nuclear wastes in the Arctic. <http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9504/950406.PDF>
- ARISTEGUI, J. *et al*, (2004) – Oceanography and fisheries of the Canary Current / Iberian Region of the Eastern North Atlantic. in ROBINSON, Allan et BRINK, Kenneth (Eds.), The Sea. Volume 14.
- ASSOUBEI, O., (2010) – Biodiversité marine: un potentiel à préserver. *Actes de la Session Solennelle*, Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Rabat, 17-19 février 2010, p. 163-176.
- ASSOUBEI, O. et VASCONCELOS, M., (2011) – L’océan, la mer et les zones côtières, viviers prometteurs de développement. *Bulletin information. Dossier spécial N° 10: Les sciences marines*. Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Rabat, p. 45-55.
- ATILLA, W., *et al*, (2011) – Tsunami vulnerability and damage assessment in the coastal area of Rabat and Salé, Morocco. *Natural Hazards Earth System Science*, Volume 11, p. 3397-3414.
- ARTHURTON, R. *et al*, (2008) – LOICZ – Global change assessment and synthesis of river catchment – Coastal sea interactions and human dimensions in Africa. *LOICZ Reports & Studies N° 30*. 122 pp.
- BENASSI, M., (2008) - Drought and climate change in Morocco – Analysis of precipitation field and water supply. in *Options Méditerranéennes*. Series A, N° 80, p. 83-86 (Proceedings of the 1st International Conference “Drought management”, MEDRO-PLAN Project and MEDA Water Programme, Zaragoza: CIHEAM / ICARDA / FAO, 428 pp.
- BEN SARI, D., (2004) – Prévision et prévention des catastrophes naturelles et environnementales – Le cas du Maroc. *Sciences de la Terre*, UNESCO. 235 pp.
- BOLLMANN, M. *et al*, (2010) – World ocean review – Living with the oceans. Published by Maribus in cooperation with Future Ocean. 232 pp.

- CHERKAOUI, T-E. *et al*, (2007) – Réseau sismologique du Département de Physique du Globe (1937-2007). Université Mohammed V - Agdal. *Pub Institut Scientifique*, Rabat. 57 pp.
- DELANEY, J. et BARGA, R., (2009) – Observing the oceans. A 2020 vision for ocean science. *Microsoft Research*, November 2009. 12 pp.
- DÉPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT, 2009 – Quatrième Rapport National sur la biodiversité. Secrétariat d'État de l'Eau et de l'Environnement, Maroc .112 pp.
- DOERFFER, R. *et al* (Eds.), (2008) – Observing the coastal sea – An Atlas of advanced monitoring techniques. *LOICZ Reports & Studies*, N° 33. 150 pp.
- FULGENCIO DE MOURA, J., MORAES ROGES, E., LAINE DE SOUZA, R., SICILIANO, S. et PRAZERES RODRIGUES, D., (2012) – Marine environment and public health. in GBODAGADE AKEEM LAMEED (Org.), Biodiversity, conservation and utilization in a diverse world. 1 ed. Rijeka: INTECH, p. 263-284. <http://www.intechopen.com/books/biodiversity-conservation-and-utilization-in-a-diverse-world/marine-environment-and-public-health>
- GENKAI-KATO, M., (2006) – Regime shifts: Catastrophic responses of ecosystems to human impacts. *Ecological Research*. Japan. 6 pp.
- HAGEN, E., (2000) – Northwest African upwelling scenario. *Oceanologica Acta*, Volume 24, Supplement. 16 pp.
- HEIDEMANN, J., STOJNOVIC, M. *et* ZORZI, M., (2012) - Underwater sensor networks: Applications, advances and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society (A)*, January 2012. p. 158-175.
- HOWE, B., GROCHOW, K., STOERMER, M., BARGA, R., GUO, D. *et* LAZOWSKA, Ed (2012) – The AZURE OCEAN: Bootstrapping a shared platform for ocean analytics. 7 pp. http://homes.cs.washington.edu/~billhowe/howe_opendap_azure_whitepaper.pdf. (Cons. Novembre 2012)
- LAUBIER, L., (2007) – Jean-René Vanney et Loïc Ménanteau, Géographie du Golfe ibéro-marocain. in Géomorphologie : relief, processus, environnement. Volume 2.
- McSWEENEY, C. *et al* (2012) - UNDP Climate Change Country Profiles – Morocco. In <http://country-profiles.geog.ox.ac.uk> (cons. Novembre 2012)
- PNUE – Plan d'action stratégique pour la conservation de la diversité biologique en Région Méditerranéenne. Rapport National, Maroc. 147 pp.
- RODRIGUES ALVES, J. M., (2011) – Climatic changes in the Western Iberian upwelling system. THÈSE. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências. 109 pp.

- SPIERENBURG, M., (2012) – Getting the message across. Biodiversity science and policy interfaces – A review. *Gaia*, 21/2, p. 125-134
- TAHAYT, A., (2008) – Apport des mesures de la géodésie spatiale dans l'étude des déformations actuelles dans la Méditerranée occidentale – THÈSE. Université de Toulouse. 231 pp.
- TEN BRINK, P., RUSSI, D., FARMER, A., BADURA, T., COATES, D., FÖSTER, J., KUMAR, R. et DAVIDSON, N., (2013) - The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands. Executive Summary. 16 pp.
- THIEL, H., (2003) – Anthropogenic impacts on the deep-sea. <ftp://moray.ml.duke.edu/Uploads/READINGS RESTORATION WORKSHOP/Thiel 2003.pdf>
- VASCONCELOS, M., (2002) – A condição humana e os Oceanos. Breviário de meditação. («La condition humaine et les océans. Bréviaire de méditation»). Instituto de Investigação as Pescas e do Mar (IPIMAR), Lisboa. 370 pp.
- VASCONCELOS, M., (2008) – Océan et zones côtières, le défi d'une politique intégrée. *Actes de la Session Plénière*, Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Rabat, 20-22 février 2008. p. 207-231
- VASCONCELOS, M., (2011) – En survolant les pêcheries mondiales (de l'abondance à la pénurie). *Bulletin d'Information N° 10: Les sciences marines*. Académie Hassan II des Sciences et Techniques, Rabat, p. 10-44
- WWF, (2012) – Living Planet. Biodiversity, biocapacity and better choices – Report 2012. 164 pp.

**Académie Hassan II des Sciences et Techniques
Km 4, Avenue Mohammed VI - Rabat.**

Tél : 0537 63 53 77 • Fax : 0537 75 81 71

E-mail : acascitech@academiesciences.ma

Site internet : <http://www.academiesciences.ma>

