

Table des matières

I. MIEUX COMPRENDRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR MIEUX ANTICIPER SES IMPACTS EN MEDITERRANEE	1
1. Des changements climatiques important dans le passé	1
2. Des températures en hausse, des précipitations en baisse, de plus en plus d'évènements extrêmes.....	3
3. Un contexte hydrologique de plus en plus tendu	5
4. Une hausse du niveau de la mer, lourde de conséquences.....	6
4.1. Les submersions	6
4.2. Les phénomènes d'érosion	8
4.3. D'autres conséquences multiformes	8
5. Des menaces sur les écosystèmes	10
5.1. Sur les écosystèmes terrestres	10
5.2. Sur les écosystèmes marins	11
6. Des rendements agricoles menacés par la baisse des ressources en eau.....	13
7. La pêche remise en question	14
8. Des situations de stress hydrique de plus en plus fréquentes.....	15
9. Des forêts de plus en plus sensibles aux risques.....	17
10. Une région moins attractive pour les touristes	18
11. Les impacts sanitaires.....	19
11.1. Les effets indirects	19
11.2. Les effets directs	19
II. LES ACTEURS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	21
1. Des instruments financiers peu utilisés en Méditerranée.....	21
2. Une grande diversité d'acteurs	22
III. TABLE DES ILLUSTRATIONS	25

I. Mieux comprendre le changement climatique pour mieux anticiper ses impacts en Méditerranée

Bien que la Méditerranée soit elle-même assez faiblement émettrice de gaz à effet de serre (GES), le changement climatique va y entraîner des modifications considérables de l'environnement. Ces dernières vont à leur tour venir perturber tout un ensemble d'activités économiques essentielles dans la région. Anticiper ces impacts implique d'acquérir une bonne compréhension du phénomène et de ses conséquences.

1. Des changements climatiques important dans le passé

Les travaux de paléoclimatologie réalisés en Méditerranée, qui fournissent des résultats d'une bonne fiabilité sur les 18 000 ans passés, aident à comprendre les possibles conséquences des changements climatiques.

Figure 1 La Méditerranée occidentale il y a 18000 ans



Source : France 2 Malaterre d'après J. Guiot, R. Cheddadi, C. R. Geoscience 336 (2004).

Il y a 18 000 ans, en pleine période glaciaire, la température moyenne de l'eau de la Méditerranée occidentale était inférieure de 7 C° aux températures actuelles et celle de la Méditerranée orientale de 1 à 2 C°. Cela avait pour conséquences des températures à l'intérieur des terres de l'ordre de 5 à 10 C° inférieures aux moyennes actuelles et des précipitations inférieures de moitié. Les steppes et les prairies occupaient une grande partie de la surface forestière actuelle.

Durant cette période, le climat a été très variable, marqué par une alternance de phases froides et tempérées (cycles de Dansgaard-Oeschger) avec des écarts de température de l'ordre de 10 C° d'une phase à l'autre. Ces variations, liées aux cycles astronomiques, ont provoqué en Méditerranée des réponses quasi-synchrones de la végétation. Ainsi, les épisodes froids correspondent au développement dans le Sud-ouest de l'Europe d'une végétation steppique. Les interstades groenlandais coïncident avec l'expansion d'une forêt ouverte à pins et chênes caducifoliés avec des arbres et arbrisseaux méditerranéens comme le chêne vert, l'olivier et le pistachier. Les phases froides brident le développement de la forêt et des ressources végétales et animales aujourd'hui typiques des régions méditerranéennes, alors que les phases tempérées permettent l'expansion des plantes méso-thermophiles depuis les zones refuges.

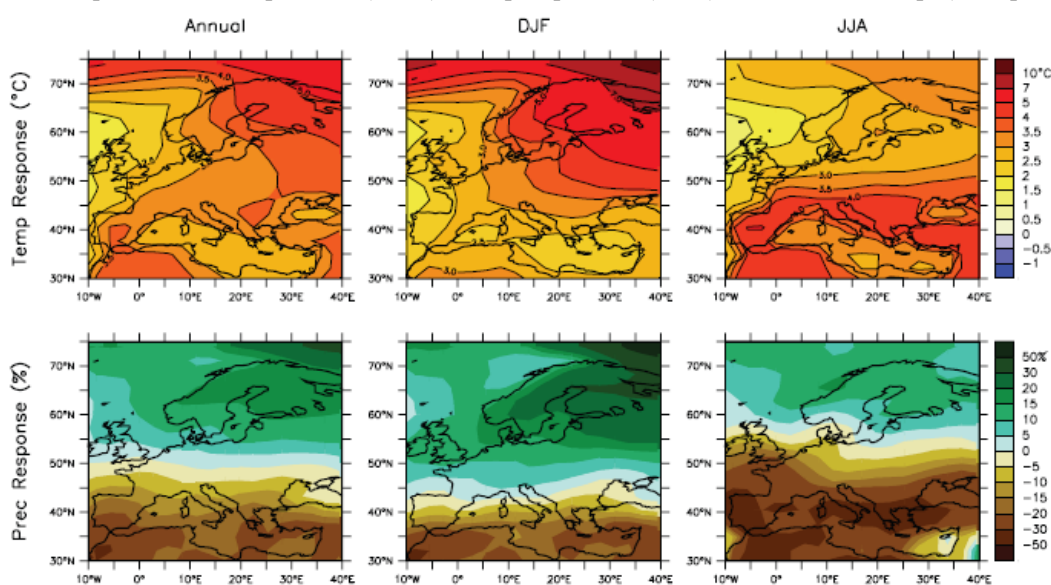
L'analyse période par période montre la concordance entre l'évolution des milieux et le climat :

- Au milieu de l'Holocène (il y a 6000 ans), les cartes de végétation élaborées par Cheddadi montrent une extension vers le sud des forêts composées d'arbres à feuilles caduques qui s'étendaient par exemple jusqu'à la vallée de la Saoura (Sud algérien). Les températures moyennes étaient plus élevées (+ 1C° à + 3 C° en hiver) alors qu'une quantité plus importante de ressources en eau était disponible pour la croissance de la végétation,
- Pendant l'optimum médiéval (10^{ème} au 13^{ème} siècle), les limites Nord de la plupart des cultures méditerranéennes se sont déplacées vers le centre de l'Europe et en Méditerranée et il semble que les rendements agricoles ont augmenté au cours de ces siècles,
- Pendant le petit âge glaciaire (14^{ème} au début du 19^{ème} siècle), correspondant à une diminution des températures de l'ordre de 1 C°, on a assisté à l'inverse une baisse de la productivité des écosystèmes et à une plus forte occurrence des catastrophes liées à des événements climatiques, ce qui traduit l'importance des impacts d'une variation – même faible – de la température.

Au cours du 20^{ème} siècle et avec une accélération manifeste depuis 1970, le Sud-ouest de l'Europe (péninsule ibérique, Sud de la France) a connu un réchauffement de près de 2 C°. Ce réchauffement est également perceptible sur le Nord de l'Afrique, même s'il est plus difficilement quantifiable en raison d'un manque de données. La seule exception est la Grèce qui, jusqu'au début des années 2000, a vu sa température diminuer. L'augmentation de température est plus marquée en hiver qu'en été et sur les minimales de température que sur les maximales. L'amplitude du cycle diurne diminue donc. Concernant les précipitations, les pluies ont augmenté au nord des Alpes et diminué au sud de l'Europe. En Méditerranée, certaines régions ont vu le niveau des précipitations diminuer de 20 %. La tendance est plus contrastée sur l'Afrique du Nord.

2. Des températures en hausse, des précipitations en baisse, de plus en plus d'évènements extrêmes

Figure 2 Comparaison des températures (en C°) et des précipitations (en %) actuelles avec celles projetées pour 2100



Source : 4^{ème} rapport du GIEC

D'ici la fin du siècle, l'augmentation de la moyenne annuelle des températures devrait se situer entre 2.2 C° et 5.1 C° pour la période 2080-2099 par rapport à la période 1980-1999. La probabilité d'un réchauffement compris entre 3 et 4 C° est estimée à 50%. A l'échelle de la saison, les incertitudes sont beaucoup plus fortes, les valeurs données par les fourchettes de probabilité variant du simple au triple.

L'élévation attendue est variable d'une région à l'autre : dans les régions subsahariennes l'augmentation en été pourrait atteindre les 4 C°. En revanche, sur la rive Nord, l'augmentation devrait être plus marquée en hiver en restant autour de 3 C°. Les précipitations sont dans l'ensemble appelées à baisser et l'occurrence des vagues de chaleur à augmenter (cf. tableau ci-dessous issu du 4^{ème} rapport du GIEC, nourri à partir de 21 modèles globaux).

Saison	Variations des températures (en C°)		Variations des précipitations (en %)		Occurrence des extrêmes (en %)		
	Min.	Max.	Min.	Max.	Chaude	Humide	Sèche
Hiver	1.7	4.6	-16	6	93	3	12
Printemps	2.0	4.5	-24	-2	98	1	31
Eté	2.7	6.5	-53	-3	100	1	42
Automne	2.3	5.2	-29	-2	100	1	21
Annuel	2.2	5.1	-27	-4	100	0	46

De manière plus détaillée, au niveau sous-régional, les simulations donnent quatre niveaux de variation de températures et de précipitations extrêmes dans le bassin méditerranéen, sur la base d'une augmentation de la température globale de 2°C :

	HIGH TEMPERATURE					LOW TEMPERATURE				RAINFALL			
	Summer days	Hot Days	Tropical Nights	Days> 90 quantile	Nights> 90 quantile	Frost Nights	Ice Days	Days< 10 quantile	Relative Var.	Dry Days	Rain 1-10 mm	Max. 3-day Rain	
NW Iberian Peninsula	1	1		1	1	-1		-2		2	-2	3	
South of France (Inland)	3	1	1	2	2	-1		-2	-1	3	-2	3	
Coast Southern France	1		2	2	2	-1		-2	-1	2	-2	3	
Corsica	1	1	2	2	2	-1		-2	-1	2	-1	2	
Sardinia	1		3	2	2			-3		2	-1	1	
Sicilia	3		3	3	2 3			-3		3	-1	3	
N. Adriatic	3	3		2	2	-2	-1	-2	-1	3	-2	1 2	
Central Balkans	3	3		2	2	-2	-1	-2		3	-3		
Central Greece	2	1	2	2	2	-1		-2	-1	2	-2	1	
Pejoponese	3		3	2	2			-3	-1	2	-1	2	
Crete	3		3	3	3			-3	-1	2	-1		
Coastal Turkey	1 2	1	1 2	2	2	-1		-2	-1	2	-1	-1 2	
Turkey Inland	3	3		2 3	2 3	-2	-1	-2		3	-2		
Cyprus	1		3	1	1			-3	-1	1	1		
Lebanon/Israel Nile Delta	1	1	3	3	3	-1		-3	(2)	1	-1		
E. Egypt E. Lybia	3	1	3	2	3			-3	(2)		-1		
W. Lybia	3	1	3	2	3			-3	-3		-1		
E. Maghreb	2	3	3	2	2	-2		-2	-3	2	-2		
W. Maghreb	3	3	3	2	2	-2		-2		2	-2	-1	
South Iberian Peninsula	2	2	2	2	2	-1		-2	-1	2	-2		
Central Spain	3	3	1	2	2	-2		-2	-1	3	-2	-1	

Large Change =at least 1 mth duration Small Change= 1 week duration
 Moderate change = 2-3 wks duration No Change

Source : Giannakopoulos et al., WWF Report 2005

Les augmentations de températures les plus importantes dans le Machrek sont soulignées par un ovale noir. Les rectangles rouges représentent les changements importants pour une période d'au moins un mois, les rectangles jaunes les changements modérés pour une période de 2 à 3 semaines, les rectangles gris les petits changements pour une période d'une semaine. Les rectangles blancs ne représentent aucun changement. L'ovale noir incliné met en évidence les changements importants de température dans le Machrek (les territoires Palestiniens, la Jordanie, le Liban, la Syrie, l'Iraq)

Ainsi, l'augmentation des températures devrait donner des étés avec de plus en plus de jours très chauds. En Europe méditerranéenne, les simulations de Prudence débouchent sur une augmentation des maxima quotidiens plus importante que l'augmentation des valeurs médianes quotidiennes.

Pour les précipitations, les modèles convergent sur des sécheresses continentales en nette augmentation (baisse du nombre de jours de précipitations, augmentation de la durée des épisodes les plus longs sans pluie).

De même, la plus grande fréquence d'évènements extrêmes se traduira par une augmentation des inondations (aussi bien leur occurrence que leur intensité).

Concernant les vagues et les inondations dues aux tempêtes, les résultats des modèles sont préliminaires mais la diminution du nombre de dépressions et du vent devrait diminuer ces risques même si cette appréciation doit être nuancée à l'échelle locale.

Enfin, il est peu probable de voir se développer de vrais cyclones tropicaux en Méditerranée au cours du 21^{ème} siècle. Le cisaillement du vent en altitude et la faible extension maritime devraient inhiber leur développement.

3. Un contexte hydrologique de plus en plus tendu

Tableau 1 Les ressources en eau des pays méditerranéens

Countries	Precipitation	Resources and fluxes					Present fluxes going out of countries					Consumption and losses		
	1	2	3	3'	4	4'	5	6	7	8	9	9'	10	11
	Yearly Average Precipitation (P)	Internal Resources of Countries (P-ETR)	Groundwater (2-3)	Surface water resources (2-3)	External Contribution from neighbouring countries (surface water and ground water)	Contribution from non Mediterranean countries (included in 4)	Total Resources (2+4)	Real Rivers discharges toward the Mediterranean sea	Groundwater fluxes toward the Mediterranean	Real discharges toward the neighbouring countries	Discharges flowing out from countries (6+7+8)	Discharges flowing toward the Mediterranean (6+7)	Final Consumption by users including effluents in the sea	Losses by evaporation of dams
Spain	112	28	10.44	17.56	0.35	0.1	28.35	14.3	0.65	0.03	14.98	14.95	10.25	1
France	123	64	32	32	8.5	8.5	72.5	66	0.2	0.7	66.9	66.2	5	0.3
Italy	290	182.5	43	138.5	0.3	2	188.8	155.1	12	0	167.1	167.1	18	
Malta	0.165	0.05	0.05	0	0		0.05	0	0.04	0	0.04	0.04	0.03	
Slovenia	6.54	4.21		4.21	0		4.21	0.25	0.15	3.8	4.2	0.4	0.003	
Croatia	26.5	18	9	9	13.7		31.7	21.2	10.5	0	31.7	31.7	0.5	
Bosnia-Herzegovina	22	14		14	0		14	0.015	0.05	13.58	13.645	0.065	0.04	
Yugoslavia	22	16	2	14	0		16	1.5	1.6	12	16.1	3.1	0.27	
F.Y.R. Macedonia	18	5.42		5.42	1		6.42	0	0	6.3	6.3	0	0.77	
Albania	42.7	25.9	6.2	20.7	15.9	2	42.8	40.7	1	0	41.7	41.7	0.6	
Greece	112.4	88	10.3	47.7	11.2	10.2	69.2	48.7	2.5	2	53.2	51.2	6	1
Turkey	140	66	20	48	3.45	2.8	69.45	50	12	0.2	62.2	62	6	
Cyprus	4.42	0.78	0.28	0.5	0		0.78	0.178	0.23	0	0.408	0.408	0.17	
Syria	13.55	5	2.38	2.62	0.83		5.63	1.33	1	0.85	3.16	2.33	1.6	0.5
Lebanon	8.2	4.6	3.1	1.5	0		4.6	2	0.72	0.64	3.36	2.72	1	
Israel	3	0.53	0.45	0.18	0.36		1.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0.12
Palestinian Authority	1.42	0.62	0.548	0.074	0.01		0.63	0.02	0.002	0.5	0.622	0.622	0.13	0
Egypt	12	0.8	0.5	0.3	55.5	55.5	56.3	13	0.03	0	13.03	13.03	35.1	10
Libya	10	0.7	0.6	0.1	0		0.7	0.05	0.05	0	0.1	0.1	0.5	
Tunisia	33	3.7	1.15	2.55	0.32		4.02	0.85	0.2	0	0.85	0.85	1.1	0.47
Algeria	68.5	14.5	1.33	13.17	0.03		14.83	11.3	3	0.32	11.62	11.3	1.7	
Morocco	21	5	1	4			3.05	0.1	0.03	0	3.08	3.08	0.9	
Total	1098	519	144	378	117	81.1	638	430	43.5	41	514.5	473.5	90	13.4

Source : <http://medhycos.mpl.ird.fr/en/t1.resi&gn=Margat.inc&menu=fresimf.inc.html>

Les flux présentés dans ce tableau représentent la majeure partie des processus du cycle hydrologique, qui seront modifiés par les changements climatiques sur la Méditerranée.

Le tableau ci-dessous présente les moyennes annuelles des flux de ruissellement (en m3/s) pour les fleuves principaux et la mer Noire (apport d'eau douce), appliquées au modèle de la mer Méditerranée pour chaque décennie étudiée par rapport au scénario méditerranéen A2 du GIEC. Ces moyennes proviennent de données issues de la modélisation des précipitations pour le 21^{ème} siècle et sont basées sur OPAMED8¹. Des baisses de ruissellement importantes sont notées pour le Rhône, le Pô et l'Ebre.

Tableau 2 Les moyennes annuelles de ruissellement (en m³/s) pour l'apport en eau douce des principaux fleuves (et de la Mer Noire)

Rivers	clim	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090
Rhone	1700	1666	1615	1649	1581	1564	1530	1513	1462	1377	1360
Po	1498	1378	1288	1258	1183	1228	1228	1183	1183	1183	1213
Ebre	428	398	321	343	321	317	309	274	274	197	188
Nile	875	945	954	962	910	928	823	875	858	901	814
Black Sea	8036	6911	6027	5625	4902	4420	4661	4581	4018	2893	2330

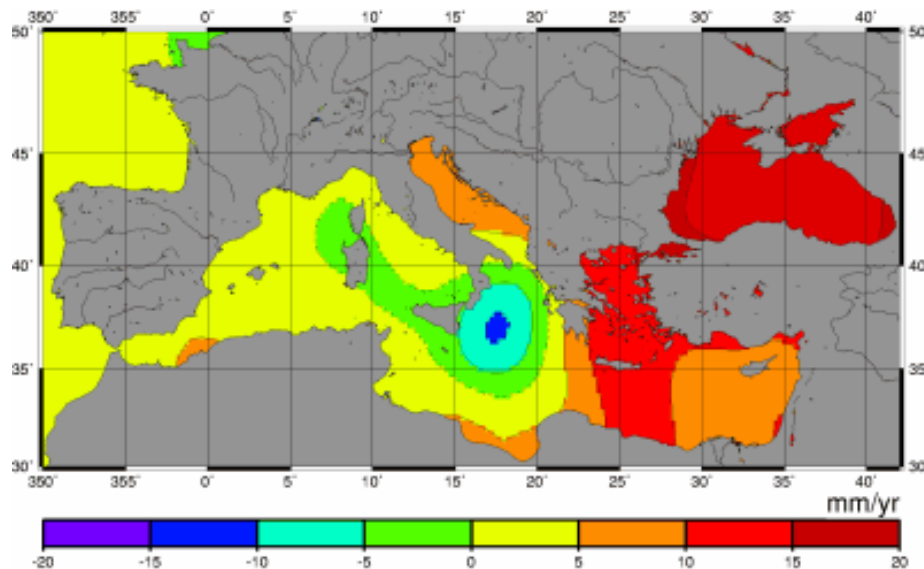
Source : Somot S. (2005) Modélisation climatique du bassin méditerranéen : variabilité et scénarios de changement climatique. Ph-D thesis. Université Paul Sabatier, Toulouse. 2005

¹ OPAMED8 : Une version méditerranéenne à haute résolution dérivée de OPA et NEMO pour représenter la variabilité/l'évolution climatique dans le bassin méditerranéen (d'après Somot, 2005).

4. Une hausse du niveau de la mer, lourde de conséquences

Sur les 7 dernières années, la hausse du niveau de la mer Méditerranée s'est surtout manifestée à l'Est du bassin, l'Ouest ayant connu une tendance plutôt à la baisse.

Figure 3 Variations du niveau de la mer observée durant les sept dernières années du projet TOPEX/Poseidon en mm/année



Des valeurs négatives (bleu sombre au vert sombre) aux valeurs positives (du vert pâle au rouge sombre). La différence est-ouest est évidente, avec une tendance claire à l'augmentation du niveau de la mer de l'EM

Source : LEGOS-GRGS-CNES

Les conséquences que l'on peut craindre sont principalement les suivantes :

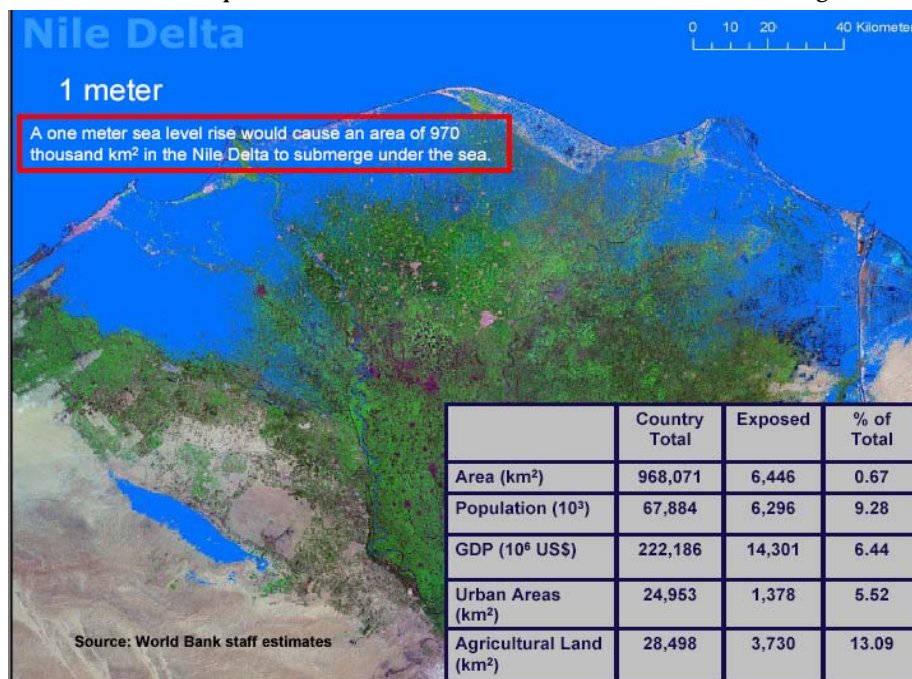
- aggravation des submersions sur les côtes basses, en particulier les espaces deltaïques, les littoraux à lagunes, les marais maritimes et certaines îles ;
- accélération des érosions sur les falaises et les plages ;
- renforcement de la salinisation dans les estuaires ;
- réduction du volume des nappes phréatiques d'eau douce

4.1. Les submersions

Les espaces deltaïques, avec leur topographie particulière les mettant juste au-dessus du niveau de la mer, parsemés d'étangs et de lagunes, sont les plus vulnérables face à une élévation du niveau de la mer. A cela s'ajoute, pour certain, un problème anthropique majeur : la présence

de barrages. En effet, les deltas étant une zone d'accumulation des sédiments, la présence de barrages en amont empêche la circulation normale des sédiments qui ne parviennent pas au delta pour le renforcer. C'est le cas des grandes zones deltaïques de la Méditerranée

Figure 4 Evaluation des conséquences d'une montée des eaux du Nil d'un mètre dans la région de son estuaire



Source : World Bank, 2007. The Impact of Sea-level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis. World Bank Policy Research Working Paper 4136

La plaine deltaïque du Nil est de ce point de vue une zone sensible. Le delta, principale zone agricole de l'Égypte et très densément peuplé : 1 600 habitants au km² en moyenne, est protégé de la montée des eaux par un banc de sable de 2 à 3 m de hauteur et de quelques ouvrages de défense à Alexandrie. Mais cette protection est fragile et une élévation du niveau de la mer entraînerait de nombreux changements : les terres inondées de manière saisonnière se transformeraient en marécages puis en tourbières faisant ainsi migrer toute vie animale, végétale et humaine. Cette hausse devrait également se traduire par une extension et un approfondissement des lagunes. Les cordons littoraux seraient ainsi facilement tronçonnés, laissant entrer les eaux salées de la mer.

Quant aux marais maritimes, ils paraissent en raison de leur position dans l'espace intertidal particulièrement menacés d'inondation permanente par une élévation de la mer avec trois types d'évolution possibles: soit une disparition par submersion, soit un déplacement vers la terre (si aucun obstacle ne le bloque), soit une extension en raison d'une forte sédimentation.

Ces phénomènes risquent de se reproduire tout autour du bassin méditerranéen mais avec des différences marquées inter et intra régionales exacerbées par des événements locaux tels l'affaissement de l'Europe du sud (un enfoncement de 5 cm est prévu d'ici les années 2080) en raison d'ajustements tectoniques faisant suite à la dernière période glaciaire (Parry, 2000). L'exemple spectaculaire de la submersion de Venise qui a entraîné des actions d'ingénieries très importantes et coûteuses (Consorzio Venezia Nuova, 1997) est à méditer.

4.2. Les phénomènes d'érosion

Logiquement, une élévation de la mer doit avoir pour conséquence une accentuation de l'érosion sur les côtes puisque l'augmentation de l'épaisseur d'eau facilitera la propagation de la houle vers le rivage.

Les falaises, celles qui, aujourd'hui, sont en état de recul appréciable à l'échelle d'une vie humaine et évoluant par attaque mécanique des vagues verront certainement leur évolution s'accélérer si la vitesse de l'élévation du niveau de la mer devait s'accroître.

L'élévation actuelle de la mer est de plus, responsable d'une aggravation de l'érosion des plages et ce phénomène devrait s'accélérer là notamment où il a commencé.

Au-delà de cette accentuation directe de l'érosion, le réchauffement climatique par le biais d'une modification du bilan radiatif pourrait entraîner une baisse de la productivité des écosystèmes côtiers, notamment des herbiers à posidonies et de fait accélérer l'érosion.

Une élévation du niveau de la mer devrait également se traduire par une pénétration plus marquée et plus ample d'eau salée en amont des estuaires.

En ce qui concerne le volume des eaux douces souterraines, l'augmentation du niveau de la mer devrait se traduire par un déplacement vers la terre de la zone de partage entre eaux douces continentales et eaux salées marines et le niveau piézométrique des nappes devrait s'élever. Dans ce cas, la surface d'alimentation de la nappe phréatique d'eau douce par l'infiltration des pluies sera d'autant plus réduite que la pente de la topographie côtière sera faible. Ainsi une réduction du volume des eaux douces souterraines devrait être observée. L'avancée du biseau salin sera également une des causes majeures de perte de terres agricoles dans les zones côtières (cf. delta du Nil).

4.3. D'autres conséquences multiformes

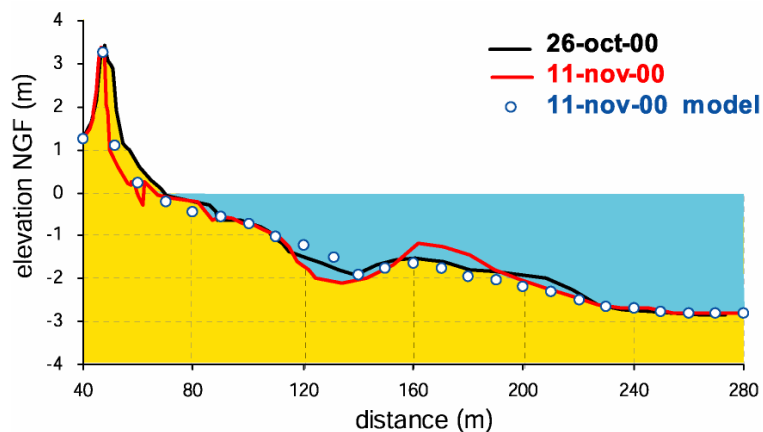
Des impacts moins spectaculaires mais tout aussi coûteux pourraient survenir à cause d'événements météorologiques extrêmes liés aux orages et aux éventuels effets de résonance hydrodynamique, dans le contexte d'une hausse du niveau de la mer :

Figure 5 Les impacts des événements météorologiques extrêmes (tempêtes, surcotes marines...) sur les routes et les structures du littoral méditerranéen



Source : Projet IMPLIT

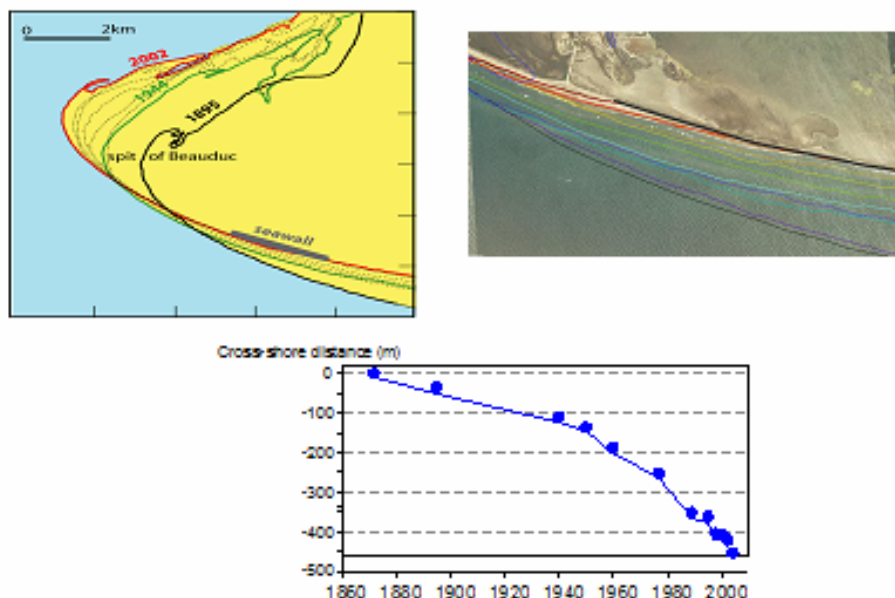
Figure 6 L'érosion des dunes de sable par l'action des tempêtes et des surcotes marines, à partir de données du modèle « S-beach » du programme LITEAU



L'élévation en mètres (sur l'ordonnée) et la profondeur versus la distance d'éloignement du littoral, tous les deux exprimés en mètres (sur l'ordonnée et l'abscisse). Les résultats du modèle (points blancs) correspondent assez bien au profil observé en novembre 2000

Source : MEEDDAT, France

Figure 7 Cent cinquante ans d'observations portant sur le recul du trait de côte dans le nord-ouest méditerranéen



Des isochrones (de couleurs différentes entre 1995 et 2002) montrent l'évolution du trait de côte (en haut, à gauche et à droite). La diminution de la distance transversale (cross-shore) est également fournie en mètres, avec une augmentation nette au cours des quinze dernières années (au site de la Pointe de Beauduc, données provenant du projet IMPLIT).

On peut également citer l'impact direct des vagues sur les infrastructures exposées le long des littoraux (par exemple la barrière littorale du lagon de Venise, les stations balnéaires du delta du Rhône) et sur les installations portuaires (ex : Alexandrie, Port Said, La Golette-Tunis). D'ici le milieu du siècle prochain, l'impact sur les établissements côtiers et les constructions (ex : les ports, les routes littorales) pourrait être considérable dans les endroits situés tout juste au-dessus du niveau actuel de la mer (Venise par exemple). Les sites et les établissements historiques pourraient demander une attention toute particulière et des mesures de protection coûteuses, tandis que les solutions pour les autres structures impliqueraient leur transformation graduelle ou leur relocalisation. Un grand nombre de zones côtières et de basses terres non protégées du bassin méditerranéen souffrent d'ores et déjà du phénomène d'érosion et subissent des inondations périodiques lorsque le niveau marin est élevé du fait de la circulation des dépressions.

5. Des menaces sur les écosystèmes

5.1. Sur les écosystèmes terrestres

Un déplacement vers le Nord et en altitude des espèces a été observé au cours du 20^{ème} siècle. Cela est lié principalement à la migration de leur niche écologique. Un déplacement dans le

temps est également observé pour les dates de migration de certains animaux, de récolte de certains fruits. De manière plus générale les cycles saisonniers d'un grand nombre d'espèces ont changé (pontes précoces par exemple). Parallèlement à ces changements, l'apparition et/ou la recrudescence de parasites est à signaler. En Europe, ces phénomènes ont été quantifiés de manière assez complète dans certains pays et pour quelques espèces mais en Méditerranée les références manquent. Toutefois, la conjonction de ces divers éléments laisse prévoir la disparition d'espèces animales et végétales et une baisse importante de la biodiversité soit parce que la migration des niches écologiques se fera plus vite que celle des espèces (les arbres en particulier qui devront faire face à des parasites d'un climat plus chaud), soit parce que la migration des espèces rencontrera des barrières physiques infranchissables (mer, montagne), soit tout simplement par la disparition de certaines niches (celles d'altitude par exemple). Les mammifères des régions de plaine en Méditerranée semblent particulièrement visés (entre 5 à 10 % des espèces menacées de disparition d'ici la fin du siècle).

Comme il a été souligné dans le projet européen ACACIA, des conditions sèches et exceptionnellement chaudes peuvent avoir un effet dévastateur sur l'environnement naturel en réduisant la quantité d'eau disponible à la fois dans le sol pour les végétaux et dans les cours d'eau pour les oiseaux et les animaux (avec une présence accrue d'eaux saumâtres). Par exemple, les lacs d'Ichkeul et de Bizerte – deux lagunes – partageraient un grand nombre des problèmes identifiés dans les zones deltaïques et connaîtront des changements considérables quant à leurs eaux fraîches/saumâtres actuelles, qui auront une influence sur la flore et la faune terrestres. Ces changements, couplés à la réduction éventuelle des zones humides, affecteraient de manière significative les parcours des oiseaux migrateurs qui dépendent principalement de la disponibilité d'habitats méditerranéens adaptés à l'hivernage et d'aires de repos pendant leurs migrations du nord vers le sud.

5.2. Sur les écosystèmes marins

Dans le milieu marin, des espèces invasives de phytoplancton, typiques des eaux chaudes tropicales, ont eu tendance à se multiplier au cours des dix dernières années et des espèces produisant des toxines pourraient apparaître. En Méditerranée nord-occidentale, des espèces mobiles d'eaux plus chaudes (par exemple, le barracuda *Sphyraena viridensis*) sont désormais rencontrées et des espèces classées comme rares il y a une trentaine d'années sont devenues communes (la grande cigale *Scyllarides latus*). Un phénomène comparable au blanchissement des Scléactiniaires tropicaux a été mis en évidence durant l'été 1999 à la suite de mortalités catastrophiques affectant les peuplements fixés de Spongiaires, d'Anthozoaires et d'autres Invertébrés. De même, de nombreuses espèces n'ont pas survécu aux épisodes de réchauffement des eaux de surface de ces dernières années. C'est le cas de *Paramuricea clavata* dont des millions d'individus sont morts sur le littoral liguro-provençal durant l'été 1999. Ces observations ont donné lieu à diverses quantifications économiques dans certaines régions du monde mais en Méditerranée le travail reste à faire.

De lourdes menaces sur certaines espèces en particulier ont d'ores et déjà été constatées, notamment d'énormes pertes de gorgones (sensibles à la température de l'eau) dans le Golfe de Gênes (où la température a augmenté de plus de 2 °C dans les quinze dernières années) et se propageant dans de nombreuses parties de l'Ouest et de l'Est méditerranéen. Des éléments

naturels et anthropogéniques pourraient aussi constituer une menace pour certaines espèces telles que les tortues marines en raison de leur sensibilité à l'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'eau et surtout de la pression anthropogénique croissante sur les zones de nidification.

6. Des rendements agricoles menacés par la baisse des ressources en eau

L'analyse des impacts des scénarios de changements climatiques dans le bassin méditerranéen sur les rendements des cultures agricoles (Giannakopoulos et al, 2005) conduit à prévoir une baisse générale des rendements des cultures sur la rive Sud de la Méditerranée, où une baisse des précipitations et une augmentation en salinité sont attendus.

L'adoption de certaines méthodes particulières de conduite culturale (ex : modification des calendriers) pourrait contribuer à réduire les réactions négatives des cultures agricoles aux changements climatiques. Cependant, de telles méthodes pourraient nécessiter jusqu'à 40 % d'eau supplémentaire pour l'irrigation, quantité d'eau qui pourrait s'avérer indisponible à l'avenir (voir plus haut). Ainsi, les résultats globaux sont en partie dans les mains des décideurs chargés de la gestion des ressources en eau.

Sur la base des études de cas menées au Maghreb et en Egypte à partir de scénarii hétérogènes et tirées du 3^{ème} rapport GIEC, des réductions de productivité agricole sont attendues dans ces deux zones. Les projections liées à ces études prévoient une variation de la productivité comprise entre - 30 et + 5 % pour les légumes à l'horizon 2050 et des augmentations de la demande en eau pour les cultures de printemps entre 2 à 4 % pour le maïs et 6 à 10 % pour les pommes de terre. Au Maghreb, si l'augmentation de la teneur en CO₂ de l'atmosphère peut augmenter les rendements de certaines cultures, cet effet est contrecarré par le risque de diminution des disponibilités en eau et par l'accentuation d'une dynamique déjà engagée d'accroissement des déficits hydriques. Les cultures pluviales seront directement affectées, les zones d'irrigation souffriront également de la rareté de l'eau, certaines pouvant être vouées à redevenir des cultures pluviales. En tout état de cause, la hausse de l'évapotranspiration couplée à la modification du régime des pluies et des températures conduira à une augmentation des besoins en eau de l'agriculture même à production constante. Au Maroc, le modèle Cropwat (FAO, 2001) appliqué aux cultures hivernales de céréales - sous scénarii du 3^{ème} rapport - montre des baisses de rendement de l'ordre de 10 % en année normale et de 50 % en année sèche d'ici 2020 et une production nationale en baisse de 30 %. De son côté, l'Algérie anticipe des réductions moyennes de rendements de 5,7 % à près de 14 %. Le changement climatique touchera également les légumes dont les rendements diminueraient de 10 à 30 % en Algérie, de près de 40 % au Maroc à l'horizon 2030. Ces changements sont bien sûr très variables dans l'espace. En Egypte, les études nationales réalisées dans le cadre des communications nationales du pays à la Convention Climat prévoient une décroissance de la production de plusieurs productions à l'horizon 2050 (de - 11 % pour le riz à -28 % pour le soja). A l'opposé, les rendements du coton augmenteraient. Dans le même temps, les besoins en eau pour les céréales d'été augmenteraient de 8 % pour le maïs et de 16 % pour le riz d'ici 2050.

L'augmentation de fréquence de certains événements extrêmes à certaines étapes du développement des cultures (par exemple, le stress thermique pendant la période de floraison ou la pluie lors des semis) ainsi que les intensités plus fortes des précipitations et des périodes sèches plus longues viendraient réduire la productivité des cultures d'été. Un autre facteur de

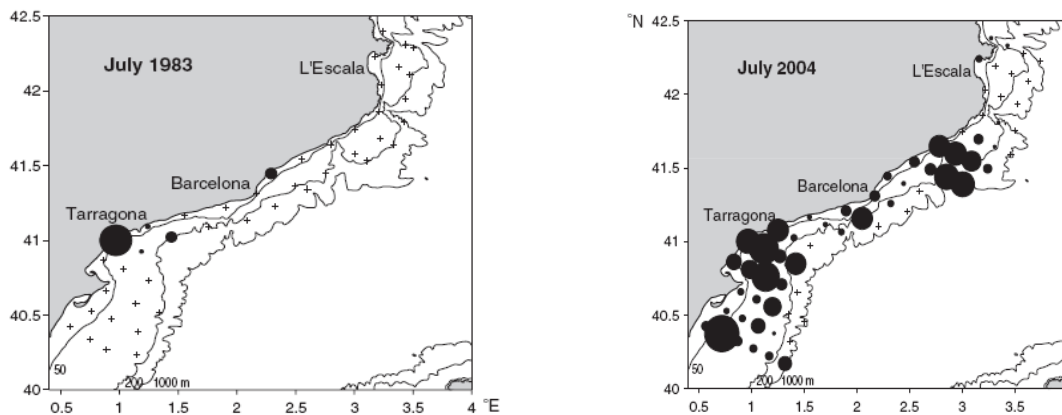
diminution des rendements agricoles est l'apparition de parasites et de ravageurs nouveaux. Ainsi, depuis quelques années, les hivers doux et humides permettent à des insectes originaires de pays chauds de s'installer dans les pays tempérés.

Les modifications de l'environnement bioclimatique devraient transformer la géographie des potentiels agricoles et conduire à une modification de la concentration spatiale des potentiels culturels. Elles accentueront des dynamiques déjà observables se traduisant par une remontée vers le Nord des possibilités agricoles. Au niveau mondial, les résultats des projections agricoles marquent un déficit croissant entre les besoins en céréales et les potentiels agricoles. Les cultures d'exportation des pays de l'Est et du Sud seront concernées dans la mesure où les cultures typiquement méditerranéennes comme les olives ou les citrons pourraient progressivement s'installer dans de vastes zones d'Europe du Sud et le maraîchage s'intensifier, grevant le développement d'exportations sud-méditerranéennes. Un avantage serait que le climat méditerranéen pourrait devenir propice à certaines cultures tropicales.

7. La pêche remise en question

Le rôle des variations hydro-climatiques dans la régulation de l'abondance des populations de poissons est aujourd'hui admis. Ainsi, la structure et la dynamique du peuplement de poissons du plateau continental en Méditerranée sont susceptibles de répondre à la fois aux effets d'une activité humaine (la pêche) et du changement climatique (réchauffement), avec des conséquences pour les pêcheries qui les exploitent. Une illustration de ces conséquences est donnée par les modifications des zones de reproduction au large de la Catalogne d'une espèce de sardine (*Sardinella aurita*) habituée des mers chaudes entre 1983 et 2004.

Figure 8 Zones de reproduction de *Sardinella Aurita* en 1983 et en 2004



Source : Sabatés, Martín, Lloret, Raya 2006 Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology* 12, 2209–2219

Les impacts des changements climatiques sur les activités halieutiques ne seront pas les mêmes dans tout le bassin. La mer Méditerranée est une mer presque fermée mais qui est reliée à l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar. Les eaux méditerranéennes sont généralement chaudes et oligotrophes (c'est-à-dire qu'elles possèdent des concentrations relativement faibles en éléments nutritifs et ont une faible productivité), sauf au niveau des embouchures de

fleuves où les débits fluviaux apportent des éléments nutritifs à la mer, et excepté également dans les zones où l'action éolienne et la remontée côtière permettent le transport vertical d'éléments nutritifs. Les zones les plus productives se trouvent dans le nord-ouest méditerranéen en raison des débits fluviaux importants provenant du Rhône et de l'Ebre, mais aussi d'un fort brassage par le vent. Les débits annuels de ces fleuves semblent avoir une tendance à varier inversement à l'Oscillation Nord Atlantique (NAO) : les débits tendent à être moins élevés pendant les périodes d'anomalies positives du NAO. Il est très probable que les effets régionaux des changements climatiques (ex. : le réchauffement de la mer, l'élévation du niveau de la mer, ruissellement fluvial réduit, etc.) vont produire des changements dans les activités halieutiques de cette région où les espèces pélagiques, démersales et benthiques sont fortement ciblées par les flottilles artisanales, semi-industrielles et industrielles. Tous les éléments décrits ci-dessus sont liés à la disparition des habitats des poissons due aux changements climatiques et à d'autres effets anthropogéniques (par exemple, le tourisme, la pêche au chalut, la pollution ; Lloret et al., 2004).

8. Des situations de stress hydrique de plus en plus fréquentes

Les évolutions de températures et de précipitations décrites ci-dessus entraîneront une augmentation de l'évaporation, de l'hygrométrie de l'air et pour finir intensifieront le cycle de l'eau. Les régions méditerranéennes, qui souffrent déjà d'un stress hydrique important vont se retrouver particulièrement exposées à des réductions de leurs ressources en eau. Parallèlement, certains modèles hydrologiques locaux intégrant des scénarii climatiques indiquent une diminution des débits significative. Une des conséquences immédiates de ces modifications du cycle de l'eau est l'augmentation de la population méditerranéenne en situation de pénurie d'eau (moins de 500 m³ par personne et par an). Selon certaines projections utilisées par le Plan Bleu pour ses travaux de prospective, celle-ci passerait de 59 actuellement (2005) à 292 millions (sous scénario B1 à l'horizon 2050). Dans certains pays, ce type d'évolution pourrait déboucher sur des situations de crise aiguë. Ainsi, en Egypte, l'élévation de la température devrait augmenter les besoins en eau de l'agriculture. Compte tenu des incertitudes liées au débit du Nil (seule source d'approvisionnement en eau) et de l'augmentation démographique, on estime que 115 à 180 millions de personnes pourraient se retrouver en situation de stress hydrique. L'augmentation des surfaces irriguées pourrait de même empêcher le pays de gérer ces éventuelles variations de flux. La qualité dégradée de l'eau entraînerait des problèmes de santé et occasionnerait une malnutrition aux coûts énormes qui compromettraient la diminution de la pauvreté. Certaines sources d'approvisionnement en eau pourraient devenir inutilisables en raison d'une pénétration d'eau salée dans les fleuves et les aquifères côtiers. La pollution des eaux représente déjà un risque majeur pour la santé dans la Méditerranée mais empirerait davantage au fur et à mesure de l'augmentation en concentration des polluants, en raison des réductions dans les débits d'eau examinées plus haut.

Une autre conséquence de cette augmentation du stress hydrique couplée à l'occurrence plus fréquente d'événements climatiques extrêmes est la réduction du potentiel hydro-électrique et de refroidissement des centrales thermiques.

La production hydro-électrique pâtit directement de la baisse des débits et des baisses de la production d'énergie primaire d'un bon nombre de centrales hydro-électriques en relation avec la baisse des débits des cours d'eau concernés ont déjà été enregistrées. La sécurité des installations doit également intégrer ces évolutions climatiques. En effet, la conception des réservoirs de sécurité dépend en grande partie des estimations débits de pointe. Or, ceux-ci doivent être évalués non seulement en instantané mais également en volume. Un petit réservoir peut s'avérer inadapté à une pointe très élevée mais si celle-ci persiste sur une durée longue même un gros réservoir peut se révéler inadapté. Un climat plus instable et plus imprévisible peut donc rendre obsolètes les calculs de dimensionnement de tels ouvrages et déboucher sur une baisse du potentiel hydro-électrique d'un pays.

Les centrales thermiques électriques utilisent souvent l'eau des cours d'eau pour leurs opérations de refroidissement. Quand la température de ces cours d'eau passe certains seuils, ces centrales tenues à respecter des valeurs maximales de températures de l'eau des rivières utilisées, sont obligées de stopper leur production. C'est ce qui s'est passé en Europe du Sud lors des étés chauds de 2003, 2005 et 2006.

Sur les sols, l'augmentation des gaz à effet de serre aura trois effets principaux :

- l'effet de « fertilisation carbonée » par le CO₂ augmentera la production végétale, comme c'est le cas dans certaines serres forcées, et augmentera les retours de carbone au sol. Cet effet pourrait avoir déjà affecté certains écosystèmes forestiers depuis 1940 selon certains auteurs (France, Maroc, Espagne)
- l'augmentation de la température et de ses amplitudes de variation serait susceptible d'augmenter les vitesses de l'activité microbienne, en particulier la biodégradation des matières organiques du sol ;
- enfin, les modifications climatiques sont accompagnées de changements des régimes de précipitations et d'humidité des sols, affectant autant le végétal que les micro-organismes.

Par ailleurs, en cas de sécheresse accrue, les effets de l'érosion éolienne et hydrique seront plus importants :

- **Érosion éolienne.** L'érosion par le vent, les dunes de sable mobiles et l'ensablement caractérisent de nombreux pays de la région même si le rythme, les zones affectées et l'ampleur des effets sur l'environnement de ces phénomènes varient d'un pays à l'autre. L'érosion éolienne reste l'une des principales causes de la dégradation des terres. Si, en raison du réchauffement, la couverture végétale naturelle est affectée, le déplacement du sable lié au vent contribuera à l'aridité des sols et renforcera l'érosion.
- **Érosion hydrique.** Les rapports nationaux de six pays méditerranéens (Liban, Syrie, Égypte, la Libye, Algérie et Maroc) soulignent que malgré l'aridité présente à divers degrés, l'érosion par l'eau constitue un autre facteur important de la dégradation des terres. Les caractéristiques physiographiques, les averses violentes et les pluies torrentielles sporadiques de courte durée - typiques de la variabilité des précipitations dans la région - ainsi que la dégradation de la couverture végétale naturelle due à la gestion souvent peu efficace des ressources foncières sont autant de facteurs contribuant à l'érosion des sols. Très souvent, ces processus engendrent la perte des matériaux

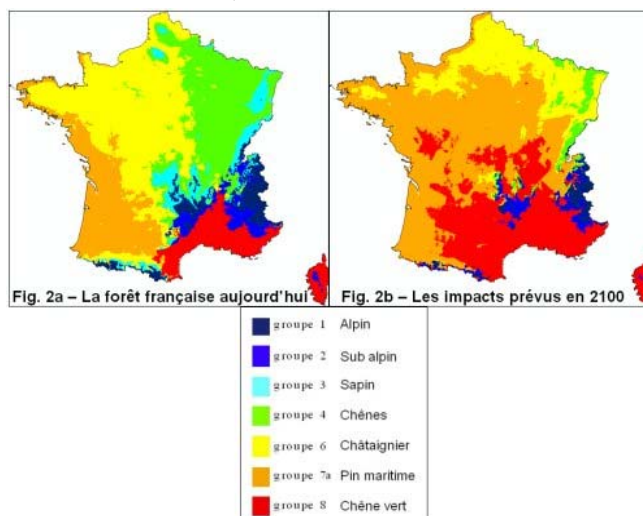
constitutifs des couches supérieures des sols, ce qui a des effets néfastes sur les sites et les environs. Cette érosion des sols par l'eau risque de déboucher en cas de réchauffement climatique sur un envasement généralisé des barrages et des réservoirs et la perte d'une partie importante des terres marines et côtières. Malgré le niveau faible des précipitations, les zones étendues des bassins versants favoriseront la formation d'inondations, et les eaux s'engouffreront vraisemblablement avec force et vitesse dans les oueds ou les milieux secs endommageant les installations, les infrastructures et les terres agricoles. Ces inondations éclairs se produisent déjà par exemple dans le Sinaï, en Égypte, où les bassins versants de grandes superficies favorisent, malgré de faibles niveaux de précipitations, des inondations importantes et des eaux qui s'écoulent vers le golfe de Suez ou le golfe d'Aqaba.

9. Des forêts de plus en plus sensibles aux risques

L'accroissement du taux de CO₂ en lui-même modifie le fonctionnement de tous les végétaux en agissant sur la photosynthèse. Un doublement de la concentration de CO₂ peut augmenter de 20 à 30% la production photosynthétique des forêts. En revanche, cette tendance potentielle peut être affectée, voire inversée, par des températures excessives, des épisodes de sécheresse et les dépôts d'ozone. De façon générale, il apparaît que l'augmentation de la production sera plus importante pour les régions du Nord que celles du Sud de la Méditerranée.

Des estimations de la FAO décrivent une remontée de 100 kilomètres vers le Nord de nombreuses espèces méditerranéennes alors que dans le même temps la « matorralisation » gagnerait du terrain. L'exemple de la France est à cet égard éloquent.

Figure 9 La forêt française aujourd'hui et en 2100 sous réchauffement à 2.5 C°



Source : *Projet CARBOFOR. Tâche D1 : Modélisation et cartographie de l'aire climatique potentielle des grandes essences forestières françaises*. Juin 2004. Vincent Badeau (INRA), Jean-Luc Dupouey (INRA), Catherine Cluzeau (IFN), Jacques Drapier (IFN) et Christine Le Bas (INRA).

Un autre paramètre lié à l'évolution des températures sera l'apparition et la progression de parasites. Un exemple emblématique est l'encre du chêne. Selon le scénario de changement climatique choisi, les simulations font apparaître une expansion des zones à fort risque, de l'ordre de 100 km à l'échelle du siècle et une augmentation générale du risque dans la plupart des régions.

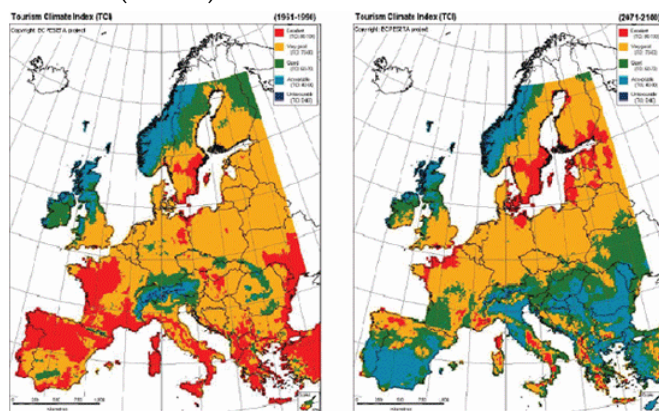
Enfin, en cas de réchauffement, les forêts risquent d'être davantage soumises aux risques d'embrasement. Pour les régions méditerranéennes de l'Europe, le nombre de journées à risque de feux de forêts a nettement augmenté sur la période 1958-2006. L'été 2007 en Grèce a montré que les coûts humains et socio-économiques de ces feux pouvaient être très élevés.

10. Une région moins attractive pour les touristes

Le climat est une composante essentielle du choix de la destination pour les touristes internationaux. Si les vagues de chaleur et les températures estivales augmentent, l'attractivité des régions méditerranéennes pourrait diminuer au profit de régions plus septentrionales.

Certaines estimations retiennent qu'un réchauffement de 1 C° à l'horizon 2050 pourrait déboucher sur une diminution de 10 % de la fréquentation touristique de la rive Sud. Des événements naturels brutaux ou une augmentation significative du prix du transport lié à des programmes de prévention du réchauffement pourraient également avoir un impact dommageable sur l'activité touristique de même que des conflits potentiels, autour de la rareté des ressources en eau, avec d'autres utilisateurs. Prenant en compte cette problématique, un indice dénommé TCI (Tourism Climate Index) a été bâti classant en différentes classes les destinations touristiques. L'utilisation de cet indice pour l'Europe montre clairement une évolution défavorable à la Méditerranée.

Figure 10 Calcul du TCI pour le tourisme estival en Europe sur la période 1961-1990 (à gauche) et la période 2071-2100 (à droite) sous scénario à haut niveau d'émissions



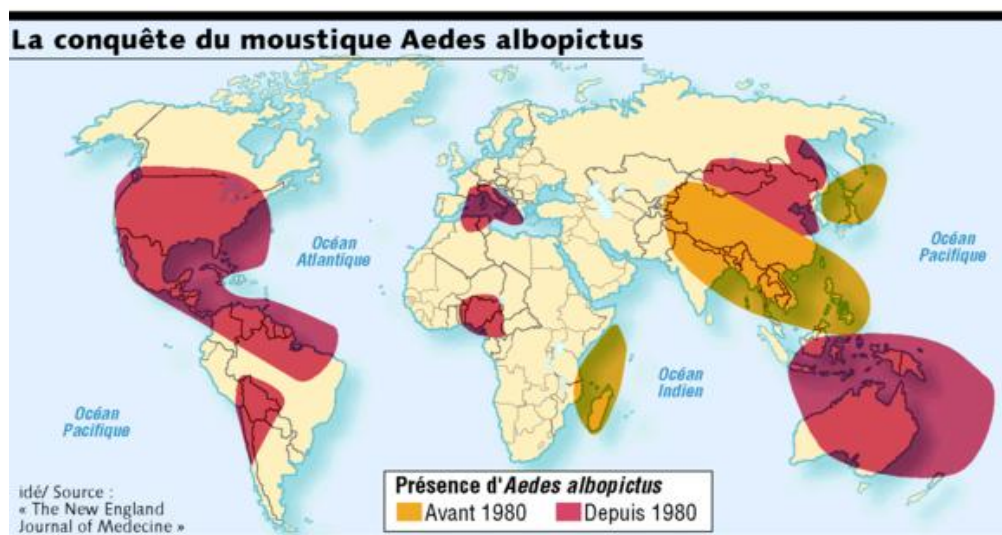
Source : JRC/ IEC /UE

11. Les impacts sanitaires

Ces impacts peuvent se décliner en effets indirects sous la forme d'expansions des aires de développement de certaines maladies parasitaires et infectieuses ou en effets directs sous la forme d'une augmentation du stress thermique.

11.1. Les effets indirects

Sans qu'il soit possible d'établir un inventaire des conséquences sanitaires d'une évolution du climat telle que les scénarii du GIEC la prévoient, un exemple type est celui de la progression d'*Aedes Albopictus*. Ce moustique d'origine asiatique est à l'origine d'affections pouvant dégénérer en redoutables méningo-encéphalites.



Un autre exemple est celui du paludisme, pour lequel l'élévation de la température aurait pour effet de raccourcir le temps de développement du parasite chez son vecteur, l'anophèle.

Il pourrait en résulter une extension en latitude de la zone d'endémie palustre. En Méditerranée, des craintes sont ainsi permises pour le nord du Sahel, pour la majeure partie du Maghreb, pour la Turquie, pour le Proche et le Moyen-Orient. Un autre risque d'envergure est celui d'une extension de la maladie vers des altitudes plus élevées, alors qu'aujourd'hui, les montagnes méditerranéennes sont pour la plupart indemnes.

11.2. Les effets directs

Une étude réalisée en 2004 (le projet PHEWE) portant sur la surmortalité liée à l'atteinte de températures au-dessus des moyennes estivales en Europe montre une vulnérabilité plus importante des villes méditerranéennes aux pics de température :

Figure 11 Comparaison de la mortalité liée aux vagues de chaleur estivales sur la période 1990-2000 entre villes euro-méditerranéennes et villes du Nord de l'Europe

Total mortality	Mediterranean cities			Continental cities		
	% variation	95% CrI		% variation	95% CrI	
All ages	3.12	0.60	5.73	1.84	0.06	3.64
15-64 yrs	0.92	-1.29	3.13	1.31	-0.94	3.72
65-74 yrs	2.13	-0.42	4.74	1.65	-0.51	3.87
75+ yrs	4.22	1.33	7.20	2.07	0.24	3.89
Cardiovascular mortality						
	% variation	95% CrI		% variation	95% CrI	
All ages	3.70	0.36	7.04	2.44	-0.09	5.32
15-64 yrs	0.57	-2.47	3.83	1.04	-2.20	4.92
65-74 yrs	1.92	-1.49	5.35	1.50	-1.12	4.62
75+ yrs	4.66	1.13	8.18	2.55	-0.24	5.51
Respiratory mortality						
	% variation	95% CrI		% variation	95% CrI	
All ages	6.71	2.43	11.26	6.10	2.46	11.08
15-64 yrs	1.54	-3.68	7.22	3.02	-1.55	7.42
65-74 yrs	3.37	-1.46	8.22	3.90	-0.16	8.92
75+ yrs	8.10	3.24	13.37	6.62	3.04	11.42

Source : ec.europa.eu/research/environment/pdf/env_health_projects/climate_change/cl-phewe.pdf

En fait, tout dépendra de la brutalité avec laquelle s'opérerait le réchauffement. Une évolution relativement lente, permettant une acclimatation progressive, n'aurait sans doute que peu de conséquences sanitaires néfastes, avec un minimum de perturbations somatiques et psychiques. Mais si l'évolution se fait par à-coups relativement violents (et les simulations du climat au XXIème siècle ne l'excluent pas), les conséquences risquent d'être beaucoup plus inquiétantes.

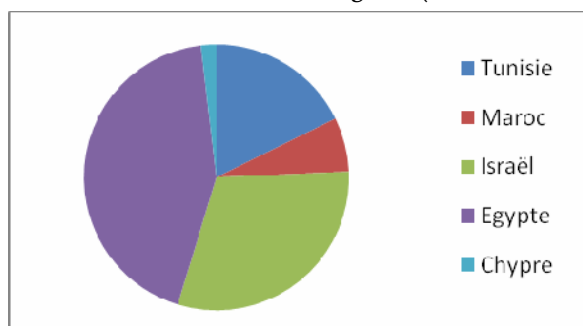
II. Les acteurs du changement climatique

1. Des instruments financiers peu utilisés en Méditerranée

Jusqu'en 2007 (conférence de Bali), la mise en œuvre du Protocole de Kyoto était essentiellement centrée sur les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), alors que la Méditerranée représente une faible part des émissions mondiales et qu'une minorité de pays méditerranéens ont des obligations en termes de réduction ou de stabilisation des GES.

Dès lors, le Mécanisme de Développement Propre est resté peu représenté en Méditerranée : 0.14 % des crédits d'émissions enregistrés par le secrétariat de la Convention Climat en juin 2008, émis par cinq pays méditerranéens.

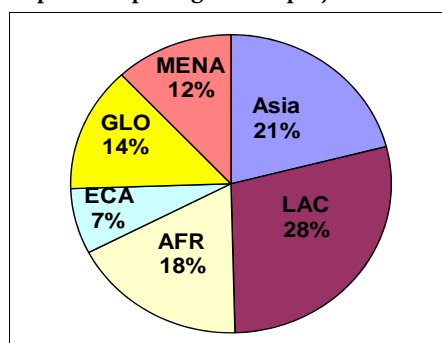
Figure 12 Crédits d'émissions vendus enregistrés (situation au 01/06/2008)



Source : Plan Bleu à partir de <http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html>

Pour ce qui concerne les fonds d'adaptation disponibles auprès du FEM, la situation de la région MENA, bien que plus favorable, n'est pas encore à la hauteur des enjeux. En effet, le Fonds Stratégique sur l'Adaptation (FSA), le Fonds pour les Pays les Moins Développés (FPMD) et le Fonds Spécifique pour le Changement Climatique (FSCC) mobilisent 320 millions de dollars pour l'adaptation. En outre, la mise en œuvre du Fonds d'Adaptation du Protocole de Kyoto pourrait augmenter cette somme à hauteur d'une fourchette annuelle comprise entre 80 et 300 millions de dollars par le biais d'un prélèvement de 2 % sur tous les projets MDP et contributions volontaires.

Figure 13 Répartition par régions des projets financés par le FSA



Pour le moment, sur les projets FSA d'une valeur globale de 47 millions de dollars, seulement 12% ont été attribués à la région MENA et 7% à la région Europe Centrale et Orientale. La priorité est accordée aux secteurs de la biodiversité, de la dégradation des terres, des aquifères internationaux et du changement climatique. Le FPMD, avec ses Plans Nationaux d'Adaptation (PNA), et le FSCC, donnent la priorité au développement et aux problèmes de pauvreté en concentrant leurs efforts sur les problèmes de gestion de l'eau, sécurité alimentaire et de gestion côtière.

2. Une grande diversité d'acteurs

Le dépouillement d'un questionnaire renseignés par les pays riverains fait apparaître trois grands groupes d'acteurs impliqués dans l'action face au changement climatique :

- 1) les scientifiques avec trois disciplines : les *météorologues* qui ont pour objectif de construire des modèles de prévision avec une résolution de l'ordre du kilomètre avant 2020, les *spécialistes des impacts du changement climatique* qui cherchent à définir des indicateurs permettant de caractériser la vulnérabilité des milieux et des êtres vivants à la modification du climat et les *économistes* qui visent à approcher les conséquences de cette vulnérabilité accrue sur l'activité économique,
- 2) les décideurs politiques qui ont des objectifs à atteindre en termes de réduction des émissions et de stratégies d'adaptation,
- 3) le secteur privé, soucieux de préserver sa compétitivité dans un environnement physique changeant.

En Méditerranée, le premier groupe d'acteurs – celui des **scientifiques** - est assez structuré. En effet, sans prétendre à l'exhaustivité dans l'inventaire de grands programmes régionaux, peuvent être cités :

- Pour les météorologues : NEMO-Med, la plate forme de modélisation MORCE-Med en France, les modélisations de l'IPCT Trieste en Italie, les activités de l'Institut pour le Développement Durable et la Recherche Environnementale d'Athènes,
- Pour la connaissance scientifique des impacts : plusieurs grands programmes de recherche régionaux tels que Hymex pour l'hydrologie et Circe (Climate Change and Impact Research : the Mediterranean Environment), projet européen visant à identifier les impacts du changement climatique et les actions d'adaptation possibles pour la région Méditerranée (incluant l'Europe, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient). Un travail important reste à faire sur la définition et le renseignement d'indicateurs de suivi,
- Pour l'économie : si plusieurs analyses abordent la question (cf. les travaux du CIHEAM sur l'agriculture, Etude Changement climatique / Energie du Plan Bleu, etc.), un

important travail de consolidation reste à faire, nécessitant la quantification de la vulnérabilité des milieux et des sociétés concernés.

Au titre des programmes de recherche sous-régionaux, peuvent être cités :

- PASETA (Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis) dans lequel les équipes croates ont joué un rôle important,
- ACCRETe (Agricultural and Climate Changes) conduit par une équipe slovène,

Et au titre des programmes nationaux, sont à mentionner :

- la construction de schémas d'émissions égyptiens associés à des modèles globaux,
- le projet turc « Enhancing the Capacity of Turkey to Adapt to Climate Change » réalisé en collaboration avec les Agences des Nations Unies présentes en Turquie et qui a pour but d'intégrer les problèmes d'adaptation dans les plans de développement économique du pays,
- le développement du modèle climatique régional PRECIS par des équipes turques,
- le suivi des espèces marines invasives par des équipes croates dans l'Adriatique,
- la simulation nationale croate utilisant un modèle régional,
- le projet « Adapting Vulnerable Energy Infrastructure to Climate Change » développé par le bureau de la Banque Mondiale à Tirana.

Les **décideurs politiques** au sens le plus large du terme comprennent à la fois les Points Focaux de la Convention Climat dans chaque pays (tous les pays méditerranéens sont signataires), ceux du PAM et du Plan Bleu et - depuis la mise en place des mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto - les autorités nationales désignées vérifiant la réalité des investissements réalisés dans le but de diminuer les émissions de GES.

Dans chaque pays, autour de ce « noyau dur », le Ministère en charge de l'Environnement est généralement en charge de porter ce dossier. En Turquie, Bosnie-Herzégovine et en France, des autorités interministérielles spécifiques ont vu le jour qui coordonnent les efforts réalisés dans chaque secteur, suivent l'évolution des négociations internationales et définissent des stratégies d'atténuation et d'adaptation.

En Méditerranée, la priorité des pays reste l'adaptation. Certains pays ont déjà mis en œuvre des programmes d'action dans ce domaine. Ainsi, la Bosnie-Herzégovine a mis en œuvre une série de mesures d'application de la Convention Climat sur la période 2002-2006. L'Égypte a réalisé des simulations technico-économiques en matière agricole pour identifier les meilleures dates de semis et de récolte en fonction du climat futur, les variétés à conserver ou à bannir en fonction de leurs besoins en eau, etc. Une réflexion est également en cours pour mettre en place un système d'information environnemental sur la gestion des zones côtières avec une contrainte climatique plus forte et différents systèmes d'alerte précoce des problèmes sanitaires liés potentiellement au climat sont en train d'être mis en place. La Slovénie dispose déjà d'une stratégie d'adaptation. La France a créé un Observatoire National des Effets du Changement Climatique (ONERC) qui produit un ensemble d'indicateurs d'impact et soutient les collectivités locales souhaitant s'engager dans la voie de l'adaptation.

La plupart des pays n'ont pas d'outils spécifiques pour suivre les progrès en matière de prévention ou d'adaptation au changement climatique. Une forte demande en termes d'indicateurs d'impact et d'élaboration de stratégies d'adaptation est exprimée par les décideurs méditerranéens. De même, le souhait d'une meilleure coopération régionale fait l'objet d'un large consensus. Au niveau des ONG, le Réseau Action Climat de même que Greenpeace et le WWF ont inscrit la problématique du changement climatique dans leurs programmes à moyen terme.

Enfin, grâce au travail du CAR/PP et de son groupe GRECO, le **secteur privé** s'est impliqué au niveau régional dans des expériences de réduction des émissions, à travers une série d'initiatives destinées avoir un effet de levier.

Dans le domaine de l'adaptation, de nombreuses initiatives ont été lancées au plan régional. Parmi elles, on peut citer :

.la Stratégie d'Adaptation au Changement Climatique en matière de protection et de gestion de la Forêt de l'UICN Malaga. Cette stratégie va chercher à identifier des stratégies d'adaptation au changement climatique et les mesures visant à limiter les impacts environnementaux, sociaux et économiques catastrophiques liés à une fréquence plus important des vagues de chaleur, des feux de forêt à grande échelle et des sécheresses intenses

. l'Évaluation Régionale du Changement climatique en Méditerranée (RACCM), un outil d'aide à la décision pour l'adaptation et les stratégies de réduction en Méditerranée qui sera contenu dans le rapport final de CIRCE. Le RACCM sera produit en étroite coopération avec les pays méditerranéens, aussi par le biais d'ateliers, de conférences de consensus et de groupes de travail, pour prendre en compte des besoins différents de la région de la Méditerranée

. Le MELIA (le Dialogue Méditerranéen sur la Gestion Intégrée de l'eau) dans sa dimension adaptation au changement climatique a deux buts principaux :) (a) évaluer les besoins d'information et élaborer des stratégies d'adaptation basées sur des données et des informations précises (b) favoriser la coopération transfrontalière dans les activités d'adaptation en mettant en avant ses bénéfices

.La SMDD travaille actuellement sur l'adaptation au changement climatique et fera des recommandations opérationnelles à travers le réseau du SEMIDE

III. Table des illustrations

Figure 1 La Méditerranée occidentale il y a 18000 ans.....	1
Figure 2 Comparaison des températures (en C°) et des précipitations (en %) actuelles avec celles projetées pour 2100.....	3
Figure 3 Variations du niveau de la mer observée durant les sept dernières années du projet TOPEX/Poseidon en mm/année.....	6
Figure 4 Evaluation des conséquences d'une montée des eaux du Nil d'un mètre dans la région de son estuaire.....	7
Figure 5 Les impacts des événements météorologiques extrêmes (tempêtes, surcotes marines...) sur les routes et les structures du littoral méditerranéen.....	9
Figure 6 L'érosion des dunes de sable par l'action des tempêtes et des surcotes marines, à partir de données du modèle « S-beach » du programme LITEAU.....	9
Figure 7 Cent cinquante ans d'observations portant sur le recul du trait de côte dans le nord-ouest méditerranéen.....	10
Figure 8 Zones de reproduction de Sardinella Aurita en 1983 et en 2004.....	14
Figure 9 La forêt française aujourd'hui et en 2100 sous réchauffement à 2.5 C°.....	17
Figure 10 Calcul du TCI pour le tourisme estival en Europe sur la période 1961-1990 (à gauche) et la période 2071-2100 (à droite) sous scénario à haut niveau d'émissions.....	18
Figure 11 Comparaison de la mortalité liée aux vagues de chaleur estivales sur la période 1990-2000 entre villes euro- méditerranéennes et villes du Nord de l'Europe.....	20
Figure 12 Crédits d'émissions vendus enregistrés (situation au 01/06/2008).....	21
Figure 13 Répartition par régions des projets financés par le FSA.....	21
Tableau 1 Les ressources en eau des pays méditerranéens.....	5
Tableau 2 Les moyennes annuelles de ruissellement (en m ³ /s) pour l'apport en eau douce des principaux fleuves (et de la Mer Noire).....	5