

Partie

1

Changement climatique

Changement climatique : des effets déjà visibles en Méditerranée

Patrice Miran (Plan Bleu)

Bien que la Méditerranée soit elle-même assez faiblement émettrice de gaz à effet de serre (GES), le changement climatique commence déjà à se faire sentir, et va continuer à 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 et de surmonter les limites des données actuellement disponibles.

Comment le climat évolue-t-il en Méditerranée ?

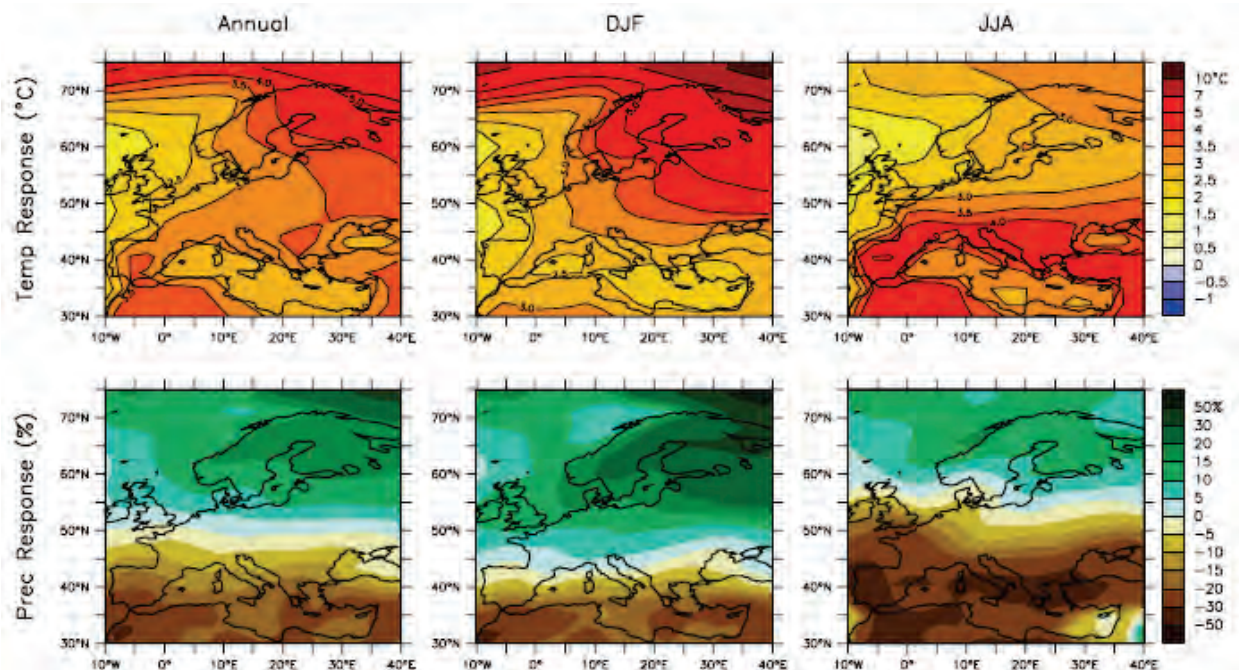
Figure 1 La Méditerranée occidentale il y a 18000 ans



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

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, le niveau des précipitations a diminué de 20 % dans certaines régions du sud. La tendance est plus contrastée sur l'Afrique du Nord.

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



Source : 4^{ème} rapport du GIEC

Quelles sont les prévisions pour le 21^{ème} siècle ?

Les grandes évolutions climatiques vont concerner en premier-chef les températures (de l'air et de la mer), les régimes des précipitations et l'augmentation du niveau de la mer.

Globalement la région va vers un réchauffement. 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 %.

Figure 3 Variations attendues des températures et des précipitations

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
Été	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

Source : 4^{ème} rapport du GIEC

L'élévation attendue des températures de surface 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. Néanmoins, derrière ce réchauffement d'ensemble, pourraient se cacher des chutes de températures locales liées à des modifications de la circulation des masses d'air.

Le nombre de jours de pluie devrait très probablement diminuer et le risque de sécheresse sensiblement augmenter.

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

Les augmentations de températures les plus importantes, soulignées par un ovale noir ci-dessous (figure 4), seraient enregistrées dans le Machrek (les territoires Palestiniens, la Jordanie, le Liban, la Syrie, l'Irak). Ainsi, l'augmentation des températures devrait donner des étés avec de plus en plus de jours très chauds.

Figure 4 Simulation de l'augmentation de températures et de précipitations en Méditerranée

	HIGH TEMPERATURE					LOW TEMPERATURE			RAINFALL				
	Summer Days	Hot Days	Tropical Nights	Days > 90 quantile	Nights > 90 quantile	Frosts Nights	Ice Days	Days < 10 quantile	Relative Var.	Dry Days	Rain 1-10 mm	Max. 3-day Rain	
New 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	
Peloponese	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	-1	-2	-1	2	-1	-1	2
Turkey Inland	3	3		2	2	3	-2	-1	-2		3	-2	
Cyprus	1		3	1	1			-3	-1	1	1		
Lebanon/Israel	1	1	3	3	3	-1		-3		1	-1		
Nile Delta													
E. Egypt	3	1	3	2	3			-3			-1		
E. Lybia	3		3	2	3			-3	-3		-1		
W. Lybia	3	1	3	2	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	

Modification importante : au moins 1 mois

Faible modification : 1 semaine

Modification modérée : 2 à 3 semaines

Pas de modification

Source : Giannakopoulos et al., WWF Report 2005

Pour les précipitations, les résultats des modélisations 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). Le débit des fleuves devrait donc diminuer en moyenne sur l'année malgré une possible redistribution saisonnière (plus d'eau en hiver, moins au printemps et en été).

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 réduire 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.

Comment surmonter les limites des informations actuelles ?

Malgré les efforts de la communauté scientifique internationale, les outils de connaissance du changement climatique en Méditerranée présentent d'importantes limites qui doivent être surmontées pour faciliter la prise de décision. Il s'agit notamment des incertitudes liées aux modèles climatiques et aux limites des inventaires d'émissions de gaz à effet de serre des pays méditerranéens. Les résolutions des modèles climatiques, même si elles se sont considérablement améliorées au cours des dernières années restent trop grossières pour appréhender les problèmes de gestion territoriale au niveau où ils se posent. Quand aux inventaires d'émissions de gaz à effet de serre, ils sont établis de manière exhaustive et régulière dans les pays de l'Union Européenne, en Israël et en Turquie et sont souvent moins complets ailleurs. L'établissement d'inventaires d'émissions de GES est limité à la fois par la disponibilité des données, en particulier en ce qui concerne les gaz fluorés, le protoxyde d'azote, et par la connaissance encore limitée des émissions liées à certains secteurs, notamment celui du changement dans l'utilisation des sols et des forêts. Même si à terme, le

renforcement des capacités des pays et l'amélioration de la résolution des modèles climatiques peuvent substantiellement réduire ces lacunes il importe dans l'immédiat de mettre à disposition de la communauté méditerranéenne des outils de connaissance permettant la prise de décision. De ce point de vue, deux directions semblent prometteuses :

- l'élaboration d'indicateurs d'impact à partir des observations de modifications des écosystèmes déjà perceptibles aujourd'hui : phénologie, indicateurs météorologiques, aires de propagation de certaines pandémies, configuration du trait de côte, etc. ;
- le calcul des émissions de GES à partir de la consommation (*encadré 1*).

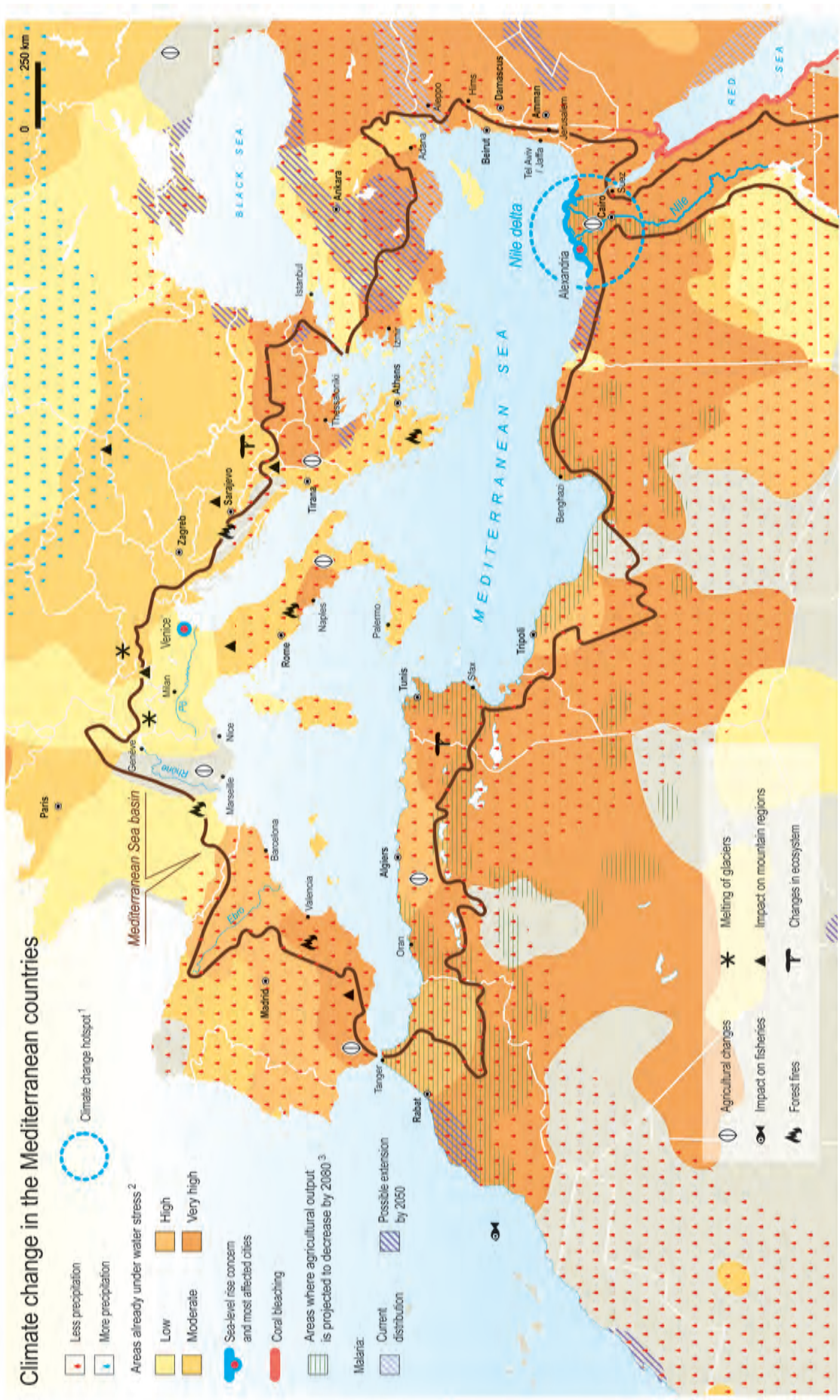
Encadré 1 Etude des émissions de gaz à effet de serre à partir des modes de consommation : une approche incontournable pour la région méditerranéenne et le régime post-Kyoto

Jusqu'à présent, la méthode traditionnellement en usage pour aborder la question du changement climatique consistait à mesurer les émissions de gaz à effet de serre (GES) des différents secteurs de production (énergie, industrie, transport, etc.) et des différents pays afin de concevoir et de mettre en œuvre des politiques destinées à atténuer le problème. Néanmoins, pour parvenir à une vision plus complète il serait bon d'analyser aussi la façon dont les modes de consommation influent sur les niveaux d'émissions de GES.

C'est ainsi qu'en 2007 le Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP) s'est engagé dans un important projet visant à aborder le problème du changement climatique en s'attaquant aux modes de consommation et aux formes d'échanges commerciaux qui en découlent. Ce type d'analyse permet notamment, grâce au calcul de l'empreinte carbone, de mesurer le taux d'émissions de GES produits pour satisfaire les besoins d'une population donnée (logement, alimentation, mobilité, loisirs, etc.), y compris les émissions associées à la fabrication et au transport de produits importés de l'étranger. L'empreinte carbone est dès lors calculée en prenant en compte les émissions induites (directement ou indirectement) par la consommation de biens et de services, quel que soit le lieu physique de production.

L'approche fondée sur les modes de consommation offre de nouveaux éléments pour dessiner des stratégies destinées à freiner le changement climatique dans un contexte d'économie mondialisée, à la fois au niveau national et international. Elle permet, d'une part, de déterminer la quantité réelle d'émissions produites par les habitudes de consommation d'une population donnée ; ce qui, au-delà de l'indéniable valeur instructive des résultats obtenus, facilite la définition de l'ordre des priorités entre les zones géographiques et entre les produits de consommation. D'autre part, cette méthode présente la possibilité de mesurer la responsabilité des consommateurs – une donnée qui pourrait s'avérer déterminante dans les négociations pour l'adoption de politiques internationales contre le changement climatique.

Source: CAR/PP, 2008.



1. At a global scale, the overall Mediterranean basin is considered a hotspot. 2. Ratio between withdrawal and availability (2000). 3. Africa only. Source : UNEP GRID-Arendal / Zoi à partir de IPCC, 2007 ; World Resources Institute, 2007 ; Rogers and Randolph in : Sciences, 2000 ; Fischer et al, 2005.

Changement climatique : quels impacts en Méditerranée?

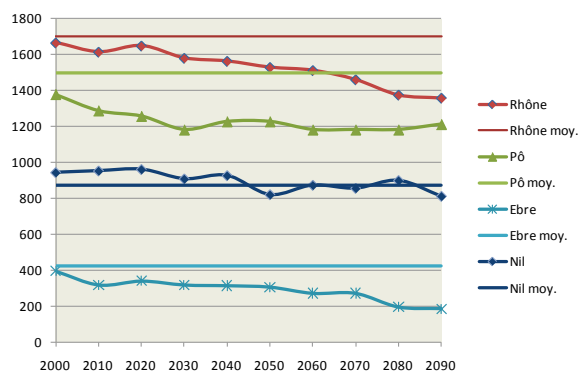
La question des impacts est une question complexe confrontant les grandes tendances en matière de températures, précipitations et niveau de la mer avec les caractéristiques naturelles et anthropiques de la Méditerranée. L'environnement naturel méditerranéen est d'ores et déjà fortement marqué par les pressions des sociétés qui s'y développent, pressions que les effets du changement climatique vont exacerber. Ainsi, les impacts les plus importants du changement climatique en méditerranée sont à rechercher du côté de la disponibilité en eau, de la biodiversité et des activités économiques qui en dépendent.

Un contexte hydrologique de plus en plus tendu

L'eau est au cœur des principaux impacts du changement climatique sur l'environnement naturel, se traduisant notamment par une modification rapide du cycle de l'eau liée à la hausse de l'évaporation et de la diminution des précipitations.

La figure 5 ci-dessous présente les moyennes annuelles des flux de ruissellement pour les fleuves principaux du bassin méditerranéen (incluant la mer Noire pour les apports 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. Elles montrent des baisses de ruissellement importantes pour le Rhône, le Pô et l'Ebre.

Figure 5 Débit annuel moyen des principaux fleuves méditerranéens, 2000 - 2090 (m³/s)



Note : moy. = données moyennes sur le 20^{ème} siècle.

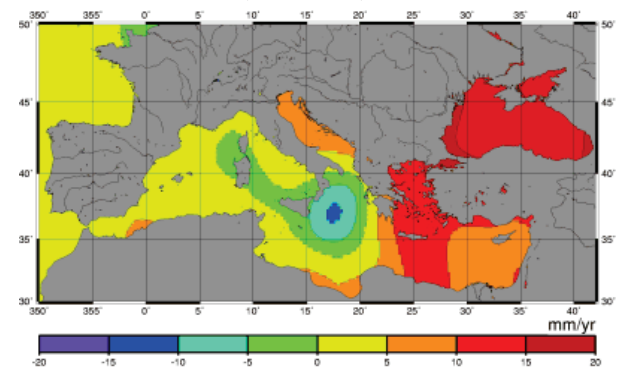
Source : Somot S. (2005)

Le changement climatique affectera-t-il le milieu marin ?

Les quelques données dont on dispose montrent que déjà aujourd'hui les changements climatiques sont perceptibles au niveau de la mer avec un réchauffement des eaux profondes comme des eaux côtières du bassin occidental (de l'ordre de 1°C pour les eaux côtières sur les 30 dernières années). De même qu'en milieu terrestre, on enregistre une augmentation des événements extrêmes avec l'apparition d'anomalies thermiques (températures estivales supérieures aux normales saisonnières en 1999 et 2003) sur des aires géographiques de plus en plus importantes. Enfin on assiste à une élévation du niveau de la mer d'environ 1 mm par an.

Cependant à l'heure actuelle, aucune estimation robuste ne peut être donnée pour le bassin dans son ensemble. Seule l'étude de Tsimplis de 2007 donne une élévation de 0,35 m d'ici la fin du siècle avec des différences marquées entre l'Ouest (augmentation faible) et l'Est (forte augmentation). De plus le suivi satellitaire opéré par le programme Topex / Poséidon sur les variations du niveau de la mer Méditerranée entre janvier 1993 et juin 2006 montre une différenciation évidente est-ouest, avec une tendance claire à l'augmentation du niveau de la mer de l'est méditerranéen (figure 6).

Figure 6 Variations du niveau de la mer observée entre 1999 et 2006 par le projet TOPEX/Poséidon (mm/année)



Note : Des valeurs négatives (bleu sombre au vert sombre) aux valeurs positives (du vert pâle au rouge sombre).

Source : LEGOS-GRGS-CNES

De nombreuses régions méditerranéennes vont être de plus en plus soumises à un risque important de submersion et d'érosion et qui toucheront plusieurs zones côtières de pays méditerranéens. 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 et intrusion d'eau marine dans les aquifères et problèmes de salinisation des nappes.

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 des zones d'accumulation de 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 (Nil, Rhône, etc.).

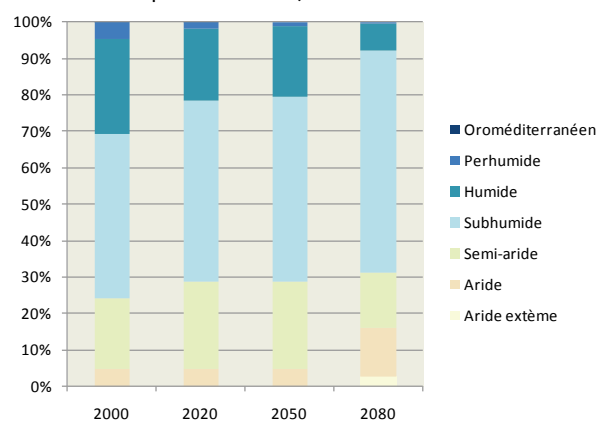
La biodiversité est-elle directement menacée ?

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, c'est à dire la zone où ces espèces peuvent vivre, au fur et à mesure du réchauffement des températures. 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. Il en est de même en Méditerranée où l'on enregistre dans le bassin Nord-Occidental en particulier, une augmentation de l'aire de répartition et/ou de la densité des espèces de poissons et d'oursins à affinité d'eaux chaudes et une raréfaction des espèces les plus septentrionales ce qui permet à plusieurs auteurs de parler d'une méridionalisation de ce secteur. La conjonction de ces divers éléments laisse prévoir la disparition d'espèces terrestres et marines 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 avec 5 à 10 % des espèces menacées de disparition d'ici la fin du siècle.

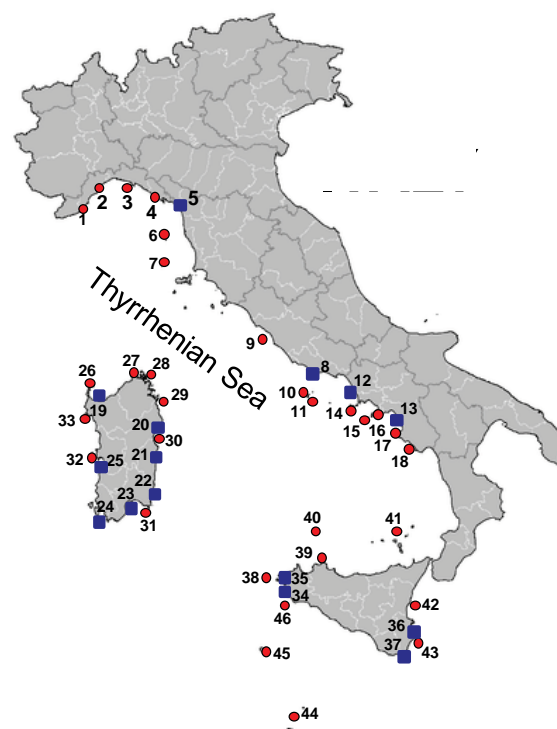
Deux illustrations de ces phénomènes sont reproduites ci-dessous :

Figure 7 Prévisions d'évolution des superficies des étages bioclimatiques au Liban (% de la superficie totale)



Source : Samir Safi , Lebanon University, Beyrouth, 2004

Figure 8 Nombre de sites marins et côtiers considérés en danger à court terme du aux effets du changement climatique en Italie (Mer Adriatique exclue)



Note : Les carrés correspondent aux surfaces menacées par la hausse du niveau de la mer et les cercles aux zones avec risques d'impacts sur la biodiversité.

Source : PNUE-PAM-CAR/ASP, 2008

Certains pays commencent à mettre en place un système de suivi et d'évaluation de l'impact du changement climatique sur la biodiversité comme par exemple la Grèce (encadré 2).

Encadré 2 Exemple de bonnes pratiques en matière de suivi du changement climatique : le cas de la Grèce

La Grèce a mis au point des moyens efficaces pour observer le changement climatique et ses répercussions sur la biodiversité marine, ainsi que pour formuler des recommandations ou même proposer des solutions. On constate une hausse constante du nombre des publications scientifiques issues de la recherche nationale en matière de changement climatique. La recherche scientifique actuelle, nationale ou internationale, est de haut niveau, précisément lorsqu'elle traite du changement climatique (notamment dans le domaine de l'observation maritime ou des prévisions) et des transformations de la biodiversité marine susceptibles d'être directement ou indirectement dues à cette évolution du climat. En outre, la diffusion des espèces exotiques et la tolérance aux variations de température d'importantes espèces marines sont des thèmes abordés dans le cadre de projets communs de recherche.

Les activités de suivi concernent : le niveau de la mer et la température de l'eau de mer en surface, la qualité de l'eau, la réaction des organismes marins à la hausse de la température de la mer, l'évolution des espèces et des populations de poissons pêchés (grâce aux données du secteur de la pêche), l'évolution du plancton vivant sur le littoral, les changements de répartition spatiale des habitats marins.

Des actions de coopération internationale en cours visent à la création de réseaux européens d'infrastructures destinées à l'observation et à la recherche marine (notamment des observatoires du littoral et des bateaux) et à la mise au point de modèles de prévision pour le changement climatique.

Différentes activités de sensibilisation (conférences et rencontres) ont récemment été organisées pour les décideurs et gestionnaires, les chercheurs, les étudiants, les groupes d'intérêt, les ONG et les citoyens.

Source : CAR/ASP

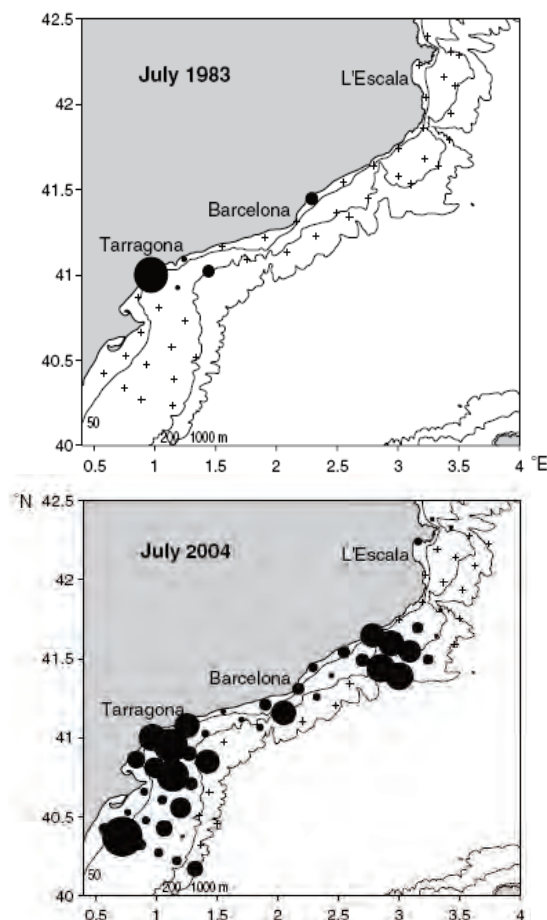
Les activités économiques vont également être très largement impactées par les effets du changement climatique. Le panorama proposé ici n'est pas exhaustif car la complexité des chaînes d'impacts est considérable et parfois encore mal connue. Est donné ici un aperçu de comment les évolutions climatiques affecteront indirectement quelques secteurs-clés de l'économie méditerranéenne.

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 réagir à la fois aux effets d'une activité humaine (la pêche) et du changement climatique (réchauffement, élévation du niveau de la mer, réduction du

ruissellement pluvial, etc.), 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 (figure 9).

Figure 9 Zones de reproduction de *Sardinella aurita* en 1983 et en 2004



Source : Sabatés 2006

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. Cela devrait aboutir à un bouleversement des aires de répartition des différents types de forêts et à une remontée vers le Nord des forêts méditerranéennes (Voir Chapitre *Ecosystèmes terrestres naturels*).

Les conséquences de telles évolutions sont l'augmentation du risque d'incendies de forêts et de propagation de parasites. 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.

Une région moins attractive pour le tourisme ?

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. 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 Comfort Index) classe les destinations touristiques. L'utilisation de cet indice

pour l'Europe montre clairement une évolution défavorable pour la façade méditerranéenne.

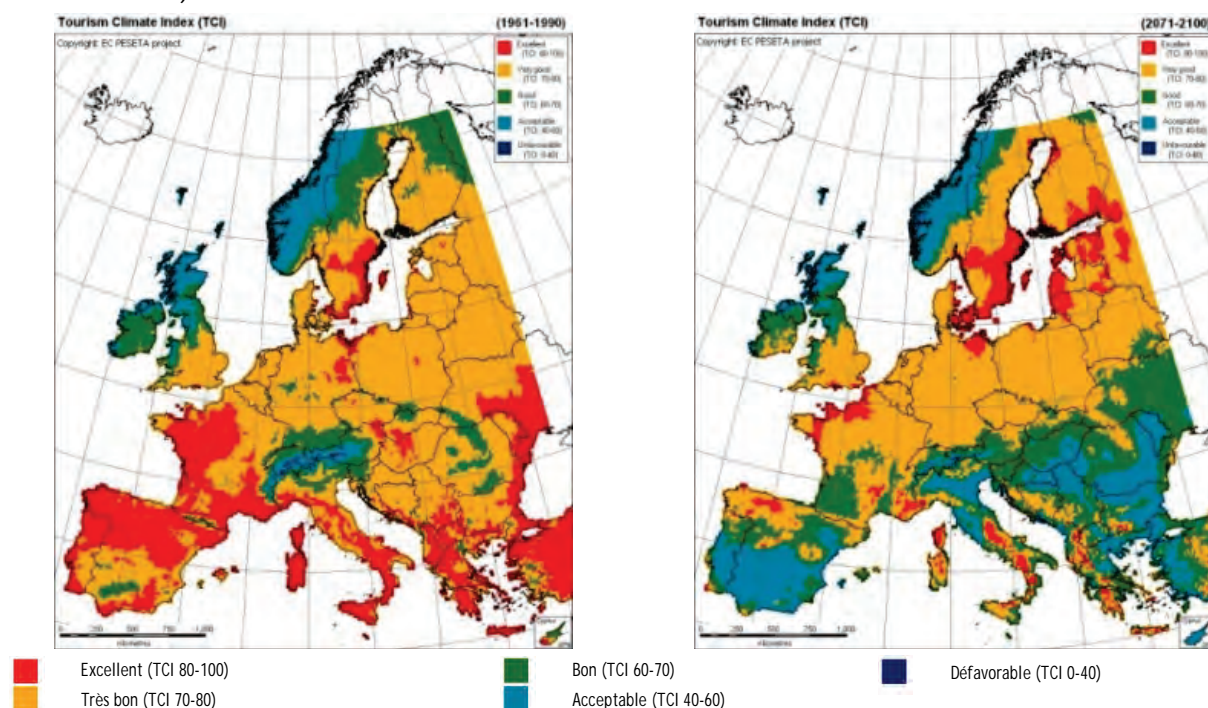
La santé des Méditerranéens sera-t-elle impactée ?

Sans qu'il soit possible d'établir un inventaire des conséquences sanitaires d'une évolution du climat tel que décrit par le GIEC, différents impacts sanitaires vont émerger, soit directs sous la forme d'une augmentation du stress thermique (surmortalité liée aux pics de température), soit indirects sous la forme d'expansions des aires de développement de certaines maladies parasitaires et infectieuses.

En regard de la surmortalité liée aux pics de température, on peut s'attendre à une diminution relative de celle-ci en hiver, en revanche une forte augmentation est à craindre en été, beaucoup moins du fait de la mise en échec des mécanismes thermorégulateurs (hyperthermie, coup de chaleur, déshydratation aiguë) que du fait de la recrudescence de toutes sortes de maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires, respiratoires, métaboliques ou psychiques.

Une étude européenne réalisée en 2004, portant sur la surmortalité liée à l'atteinte de niveaux de températures supérieures aux moyennes estivales, conclut à une vulnérabilité plus importante des villes méditerranéennes aux vagues de chaleur estivales.

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



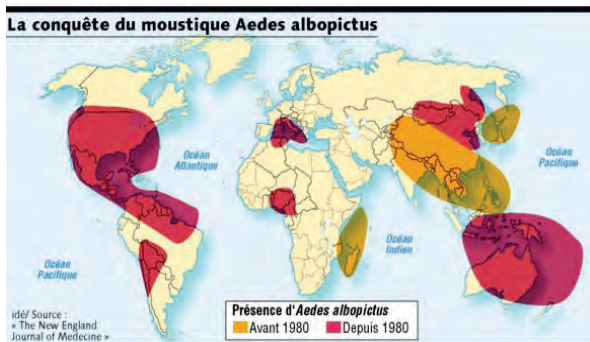
Sources : JRC/EIC/UE

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

	Villes méditerranéennes		Villes continentales			
	% variation	95% IC	% variation	95% IC	% variation	95% IC
Mortalité totale						
Total	3.12	0.60	5.73	1.84	0.06	3.64
15-64 ans	0.92	-1.29	3.13	1.31	-0.94	3.72
65-74 ans	2.13	-0.42	4.74	1.65	-0.51	3.87
75 +	4.22	1.33	7.20	2.07	0.24	3.89
Mortalité cardiovasculaire						
Total	3.70	0.36	7.04	2.44	-0.09	5.32
15-64 ans	0.57	-2.47	3.83	1.04	-2.20	4.92
65-74 ans	1.92	-1.49	5.35	1.50	-1.12	4.62
75 +	4.66	1.13	8.10	2.55	-0.24	5.51
Mortalité respiratoire						
Total	6.71	2.43	11.26	6.10	2.46	11.08
15-64 ans	1.54	-3.68	7.22	3.02	-1.55	7.42
65-74 ans	3.37	-1.46	8.22	3.90	-0.16	8.92
75 +	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

Figure 12 Expansion du moustique *Aedes albopictus*



Les effets indirects peuvent être illustrés avec le cas de *Aedes albopictus*, moustique d'origine asiatique, vecteur de la dengue mais aussi de la fièvre de la vallée du Rift et du virus West Nile, à l'origine d'affections fébriles habituellement bénignes, mais dégénérant parfois en méningo-encéphalites (figure 12). Ce moustique colonise depuis 1990 la moitié septentrionale de l'Italie et pourrait dès à présent gagner le reste de l'Italie et le sud de la France, où ses exigences écologiques seraient satisfaites, puis envahir tout ou partie du pays si le réchauffement annoncé se réalise.

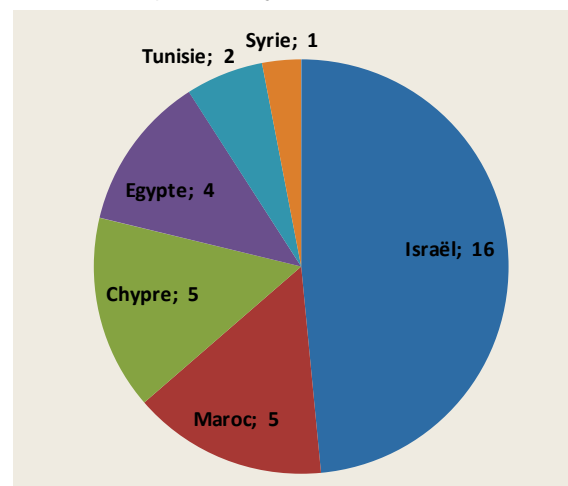
La Méditerranée mobilise-t-elle suffisamment la finance carbone ?

La finance carbone au niveau des Etats se subdivise en deux grands mécanismes, un mécanisme centré sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre : le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP), et un mécanisme ayant pour finalité l'adaptation au changement climatique : les Fonds d'Adaptation.

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. Or sachant que la Méditerranée représente une faible part des émissions mondiales de GES (7,6 % en 2005), et que seule une minorité de pays méditerranéens a des obligations en termes de réduction ou de stabilisation des GES, leur priorité est plus à l'adaptation qu'à l'atténuation des émissions.

Dès lors, le Mécanisme pour un Développement Propre est resté peu représenté en Méditerranée. En juin 2009 le secrétariat de la Convention Climat enregistrait moins de 0,2 % de crédits d'émissions émis par seulement 6 pays méditerranéens.

Figure 13 Nombre de projets enregistrés dans le cadre du Mécanisme pour un Développement Propre (MDP), juin 2009

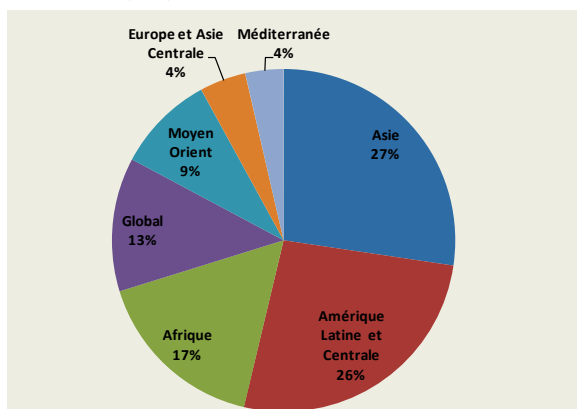


Sources : CCNUCC, UNEP Risoe Centre (URC)

Pour ce qui concerne les fonds d'adaptation disponibles auprès du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), la situation de la région bien que plus favorable (par rapport à la situation qui prévaut dans le cadre du MDP), n'est pas encore à la hauteur des enjeux. Actuellement, 320 millions de dollars sont mobilisés pour l'adaptation à travers 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).

Figure 14 Répartition par régions des projets financés par le Fonds Stratégique sur l'Adaptation (FSA), mi-2009



Source : Fonds pour l'environnement mondial

Mi-2009, sur les projets FSA d'une valeur globale de près de 50 millions de dollars, seulement 13 % ont été attribués à la région MENA et 4 % 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, de sécurité alimentaire et de gestion côtière.

Quels sont les acteurs du changement climatique en Méditerranée ?

Trois grands groupes d'acteurs sont impliqués dans l'action face au changement climatique :

1. les scientifiques : les météorologues, les spécialistes des impacts du changement climatique et les économistes ;
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, et d'importants programmes régionaux sont en place à la fois pour la modélisation et la connaissance

scientifique des impacts. Pour l'approche économique, même si plusieurs analyses abordent la question (CIHEAM 2009 ; Plan Bleu 2008), un important travail de consolidation reste à faire, nécessitant la quantification de la vulnérabilité des milieux et des sociétés concernés.

Les décideurs politiques, au sens 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 Plan d'Action pour la Méditerranée 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 », c'est généralement le Ministère en charge de l'Environnement qui porte ce dossier. En Turquie, en Bosnie-Herzégovine et en France, des autorités interministérielles spécifiques ont vu le jour; elles 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 (Commission interministérielle) a mis en œuvre une série de mesures de limitation des émissions et des mesures d'adaptation sur la période 2002-2006. L'Egypte (cellule spéciale de l'Agence Egyptienne de l'Environnement) 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. En Slovénie, le Ministère de l'Environnement 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.

Au niveau régional, quelques initiatives se développent notamment pour aborder le problème du changement climatique du point de vue des modèles de consommation finale et du commerce associé dans la région méditerranéenne apportant de nouveaux éléments pour la conception des stratégies d'atténuation du changement climatique (*encadré 1*), ou pour promouvoir la compétitivité verte et l'implication du secteur privé dans des expériences de réduction des émissions et d'efficacité énergétique (Voir Chapitre *Développement industriel et environnement*).

Quelle contribution de la Méditerranée aux émissions mondiales de gaz à effet de serre ?

Comme mentionné précédemment, il n'existe pas d'inventaires exhaustifs d'émissions de GES pour l'ensemble des pays riverains de la Méditerranée, néanmoins des estimations plus ou moins complètes existent et permettent de situer la Méditerranée dans le panorama mondial.

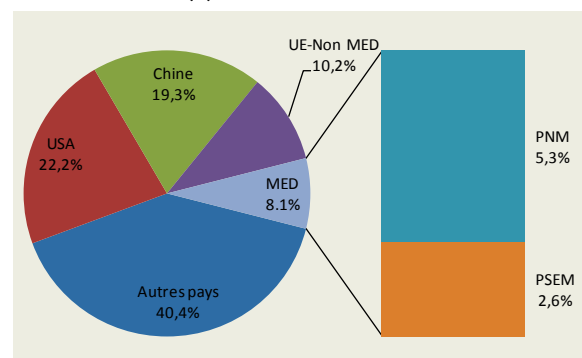
En 2005, l'ensemble des 21 pays méditerranéens émet 7,6 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre². Les responsabilités passées sont localisées majoritairement sur la rive nord, mais on note au cours des années 90 une très importante progression (+34 %) des émissions de gaz à effet de serre dans les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (PSEM), l'UE 27 a pendant la même période réduit ses émissions de GES de 5 %.

Le bassin méditerranéen est caractérisé par des émissions de GES anthropiques fortement composées de CO₂ issu de l'utilisation d'énergie fossile. Les émissions de CO₂ sont en Méditerranée quasi-exclusivement le fait de l'utilisation d'énergie comme le pétrole, le gaz ou le charbon qui sont

naturellement présents sur la rive Sud de cette région (Voir Chapitre *Energie*).

A l'échelle méditerranéenne, les changements dans l'utilisation des sols et forêts³ engendrent peu d'émissions de CO₂ contrairement au bilan d'émissions d'autres pays africains. Au final, les émissions de CO₂ issues de l'utilisation d'énergie représentaient dans les PSEM environ 64 % des émissions de GES en 2000, cette part était de 77 % dans les pays du Nord de la Méditerranée (PNM) et de seulement 57 % pour la situation mondiale.

Figure 15 Répartition mondiale des émissions de CO₂, 2005 (%)



Source : WRI - CAIT 6.0

Dans les PSEM, le niveau élevé des émissions issues des déchets (émissions de méthane issues principalement du brûlage et de la décomposition non encadré des déchets) et des industries du ciment constitue deux faits remarquables au regard de la structure des émissions mondiales ou même de celle des émissions des PNM.

Les émissions cumulées de CO₂ issues de l'énergie des PSEM depuis 1850 représentent seulement 1,4 % des émissions mondiales cumulées sur la même période. En 2005, cette région émettait moins de 3 % des émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie. La contribution historique aux émissions cumulées est de 6 % pour les PNM et ils émettent encore aujourd'hui près de deux tiers des émissions méditerranéennes.

Sans changements de comportement de la part des acteurs, les différents rythmes de croissance des émissions que connaissent les deux rives de la Méditerranée pourraient conduire les PSEM à émettre près de la moitié des émissions méditerranéennes à l'horizon 2020. La croissance des émissions des PSEM a déjà été supérieure à la croissance mondiale entre 1990 et 2004.

Le défi démographique et de convergence économique sud/nord attendu dans les PSEM conduit à une grande responsabilité des politiques d'anticipation et de lutte contre les émissions de GES dans ces pays. Les PNM font eux déjà face à une nécessité légitime de limitation immédiate de leurs émissions.

D'un point de vue sectoriel, l'enjeu immédiat se porte dans les PNM sur la question des émissions issues des transports dont le découplage avec la croissance économique apparaît comme un point majeur dans le cadre de la modération des émissions de GES (Voir Chapitre *Transport*). Ce secteur a été dans les PNM le premier contributeur à la hausse des émissions de CO₂ entre 1990 et 2004.

Les émissions de CO₂ en provenance des PSEM soulignent l'importance de la question des émissions émanant de la production d'électricité. Ces pays font face à une explosion de la demande de ce bien notamment à destination du secteur résidentiel. Globalement, les diverses émissions émanant des bâtiments (construction, cimenteries, électricité, combustion directe d'énergie,...) et ainsi des secteurs résidentiels, commerciaux et institutionnels constituent aujourd'hui le principal enjeu en terme de maîtrise des émissions de GES. Les bâtiments sont un secteur stratégique dès aujourd'hui d'autant plus que ce secteur est par nature soutenu par des investissements de long terme et se situe au carrefour des questions de lutte contre les émissions de GES et d'adaptation au changement climatique. Le secteur des transports (passagers et marchandises) est lui aussi préoccupant dans les pays de la rive sud au regard de l'anticipation relative à la pression démographique et à la demande de mobilité susceptible d'évoluer et de peser sur les émissions de ce secteur.

Les investissements physiques et humains adéquats, l'évolution et l'application des législations relatives au secteur multidimensionnel des bâtiments ainsi que celui des transports devraient fortement contribuer à contenir les émissions de GES en provenance des PSEM pour les décennies à venir.

Références

- Audsley, E., Pearn, K.R., Harrison, P.A and Berry, P.M. (2008). The impact of future socio-economic and climate changes on agricultural land use and the wider environment in East Anglia and North West England using a metamodel system. *Climatic Change*, vol. 90, n°1-2.
- Besancenot Jean Pierre, Faculté de Médecine de Dijon (2000). *Annales : Le Réchauffement Climatique*.
- Blanchard Fabien (2005). *Effets de la pêche et du réchauffement climatique sur les peuplements de poissons et conséquences sur les pêcheries*. Ifremer.
- Christensen, J.h, Hewitson, B., Busuioac, A. et al. (2007). Climate Change Projections. In IPCC. Climate Change 2007: *The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press.
- CIHEAM, PNUE-PAM-Plan Bleu, Hervieu B. (dir.), Thibault H.L. (dir.) (2009). *Méditerranée 2009 : repenser le développement rural en Méditerranée*. Paris, Presses de Sciences Po ; CIHEAM.
- Conway, D. (2005). From headwater tributaries to international river basin: adaptation to climate variability and change in the Nile river basin. *Global Environmental Change*, 15, 99-114.
- Devoy R.J.N (2007). Coastal Vulnerability and the implications of Sea Level Rise for Ireland. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 325-341
- European Environment Agency (2008). *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator –based assessment*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- Evans H., Straw N. and Watt A. (2002). Climate change: implications for insect pests. In: Broadmeadow M. (ed.): *Climate Change: Impacts on UK Forests*. (Forestry Commission Bulletin 125).
- Fischer G, Shah M, Tubiello F. and H.Van Velthuizen (2005). Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, n°360. pp. 2067-2083.
- Fondation Bellona, Solomon S. (2006). *Carbon Dioxide Storage: Geological Security and Environmental Issues-Case Study on the Sleipner Gas Field in Norway*.
- France. Ministère de l'Environnement, du Développement et de l'Aménagement Durables, DGAD, SRAE, Robert M. (2000). *Effets potentiels des changements climatiques sur les sols*.
- Giannakopoulos C., Bindi M., Moriondo M., P. Le Sager and T. Tin (2005). *Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2 C° global temperature rise*. Gland, WWF.
- GIEC (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques : quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Genève, GIEC.
- Green week Conference 2009: <http://ec.europa.eu/environment/greenweek/>
- Hamilton J.M, D.J Madison and R.S.J Tol (2005). Climate change and international tourism: a simulation study. *Global Environmental Change*, 15 (3), 253-256
- Houghton, R.A. (2008). *Carbon Flux to the Atmosphere from Land-Use Changes 1850-2005*. Disponible sur le web : <http://cdiac.ornl.gov/trends/landuse/houghton/houghton.html>
- Hymex: *HYdrological cycle in the Mediterranean EXperiment* (2007). Disponible sur le web : <http://www.hymex.org/index.php>
- INRA (2007). *Forêt et changement climatique*. Disponible sur le web : http://www.inra.fr/presse/foret_et_changement_climatique
- El Bagouri Ismail (2007). Land degradation control in North Africa and Middle East. In Sivakumar, Mannava V.K.;

- Ndiang'ui, Ndegwa (eds). *Climate and Land Degradation*. Springer.
- Johansson M.M, K.K Kalma and H.Bowman (2007). *Boreal Environment Res.* 9, 153-166
- Levinsky I, Skov F, Svenning J and Rahbek C. (2007). Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation*, vol.16, n°13. pp. 3803-3816
- Karnosky D.F, Ceulemans R., Scarasia-Mugnozza, G.F, Innes J.L (2001). *The impact of carbon dioxide and other greenhouse gases on forest ecosystems Third report of the IUFRO Task Force on environmental change*. CABI Publishing (IUFRO Research Series 8).
- Lettenmaier D. (2004). *Implications of the 21st century climate change for the West Coast Water resources: results of the accelerated climate prediction initiative*. Disponible sur le web : http://209.85.129.104/search?q=cache:uHE5_2QliHkJ:www.climatechange.ca.gov/events/2004_conference/presentations/
- Lonergan S. and B.Kavanagh (1991). Climate change, water resources and security in the Middle East. *Global Environmental Change*, 1 (4), 272-290.
- Maracchi G, O.Sirotenko and M.Bindi (2005). Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic change*, 70, 117-135
- Olesen J.E and M. Bindi. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, 16, 239-262
- PNUE-PAM-CAR/ASP (2008). *Impact des changements climatiques sur la biodiversité en Mer Méditerranée*. Tunis, CAR/ASP. pp.: 1-62.
- PNUE-PAM-Plan Bleu, BEI (2008). *Changement climatique et énergie en Méditerranée*. Sophia Antipolis, Plan Bleu.
- PNUE-PAM-Plan Bleu, Benoit Guillaume (dir.), Comeau Aline (dir.) (2005). *Méditerranée, les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement*. Paris, Edition de l'Aube.
- Provensal M (2003). Montée des eaux en Camargue. *Lettre PIGB-PMRC-France*, n°15
- Roussel Nathalie, Arrus René (2006). *L'agriculture du Maghreb au défi du changement climatique: quelles stratégies d'adaptation face à la raréfaction des ressources hydriques*. LEPII-EPE
- Séminaire régional "Changement climatique en Méditerranée", Marseille, 22-23 octobre 2008 : http://www.planbleu.org/themes/atelier_changement_clim.html
- 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.
- Somot S. (2005). *Modélisation climatique du bassin méditerranéen : variabilité et scénarios de changement climatique*. Ph-D Thesis. Toulouse, Université Paul Sabatier.
- Tsimplis M., Marcos M., Somot S. (2008). 21st century Mediterranean sea level rise: steric and atmosphere pressure contributions from a regional model. *Global and Planetary Change*, vol. 63, Issues 2-3. pp. 105-111
- UNEP-MAP-CP/RAC (2008). *A consumption-based approach to greenhouse gas emissions in a global economy – A pilot experience in the Mediterranean*.
- Viner D. (2006). Tourism with the climate change and its interactions. *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 14 n° 4 pp. 317- 323

Notes

¹ OPAMED8 : Modèle climatique régional méditerranéen à haute résolution dérivé des modèles OPA et NEMO pour représenter la variabilité/l'évolution climatique dans le bassin méditerranéen (d'après Somot, 2005).

² Estimations Plan Bleu à partir des données agrégées pour les 6 gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆) pour l'année 2005 fournies par l'interface en ligne WRI CAIT 6.0. Les émissions liées aux changements dans l'utilisation des sols sont exclues, et celles des réservoirs internationaux incluses. Les données issues d'une approche sectorielle tendent notamment pour les PSEM à sous-estimer le total des émissions de gaz non-CO₂.

³ L'estimation des émissions de CO₂ liées aux changements d'affectation des sols est sujette à d'importantes incertitudes. Faisant suite à des changements de méthodologies, les estimations pour ce secteur ont été révisées à la baisse (Houghton, 2008).