

Des vulnérabilités exacerbées par le climat futur attendu

Yadh LABBENE
Consultant dans le domaine
du Changement Climatique
e-mail : yadh.labbene@gmail.com

PLAN

Introduction

Le changement climatique attendu sur la Tunisie

Vulnérabilité du système de la santé au CC

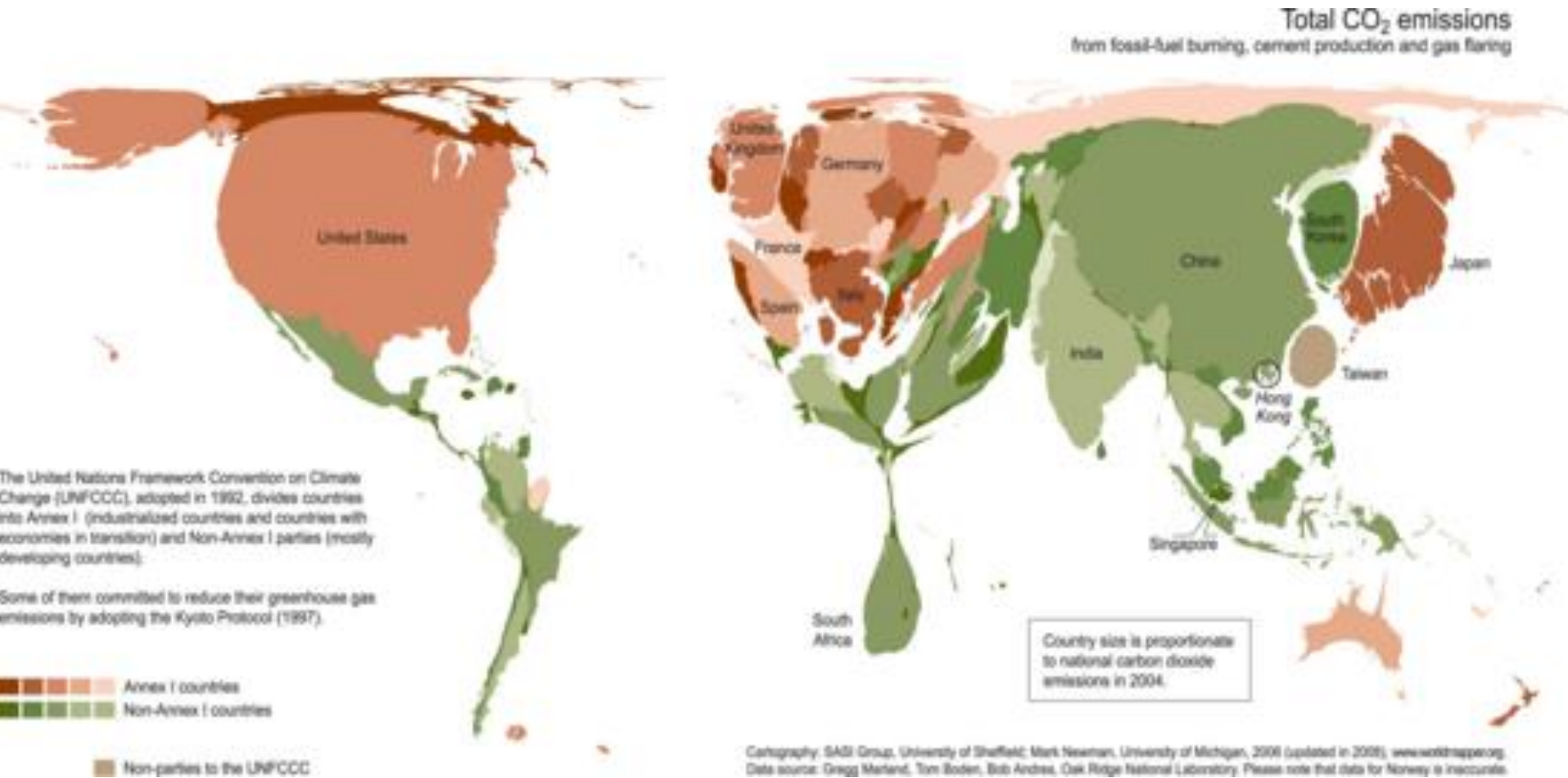
Vulnérabilité des ressources en eau au CC

Vulnérabilité de l'agriculture au CC

Vulnérabilité de la frange littorale

Conclusions

Emissions de GES au niveau mondial



Le Changement Climatique

- Variabilité naturelle du climat
- Dernières décennies: *Activité humaine en pleine expansion*
- La composition chimique de l'atmosphère altérée
- Renforcement de l'effet de serre terrestre
- Perturbation du système climatique: *le Changement climatique (CC)*



Perceptions des acteurs locaux en Tunisie

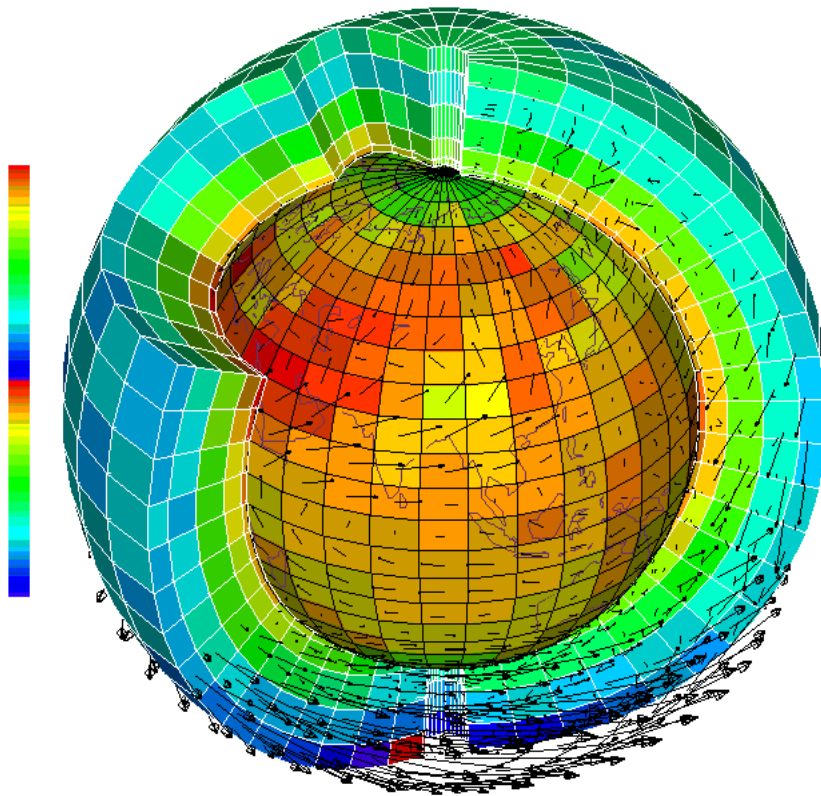
- Le temps n'est plus comme avant
- Baisse des rendements des arbres fruitiers
- Les cigognes arrivent plutôt au Nord Ouest
- Des crustacés de mers chaudes présentes au golfe de Gabes





***Projections de CC
attendues sur la
Tunisie***

Modélisation du climat



- L'équation vectorielle du mouvement :

Sur l'horizontale :

$$\frac{d\vec{V}_h}{dt} = -\frac{1}{\rho} \vec{\nabla}_h p - 2\vec{\Omega}_z \wedge \vec{V}_h + \vec{F}_h$$

Sur la verticale : équation de l'hydrostatique

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\delta p}{\delta Z} - g$$

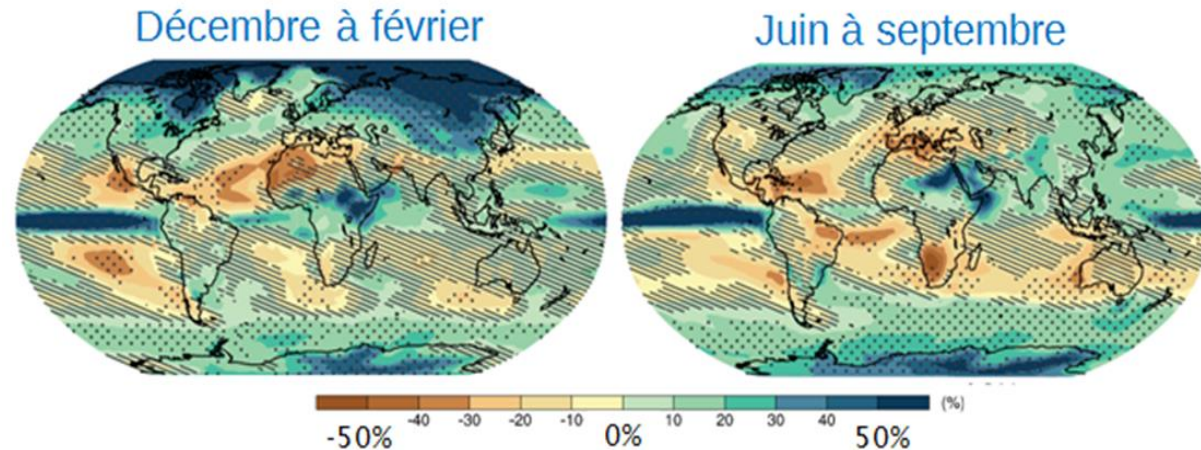
- L'équation de la Thermodynamique :

$$\frac{d(c_p T)}{dt} = \frac{RT}{p} \frac{dp}{dt} + Q \quad / \text{ et paramétrisations}$$

Quel est le CC attendu au niveau global?

- Une augmentation de la température
- Une augmentation modérée des précipitations avec une disparité régionale importante
- Une élévation du niveau des océans et des mers

Distribution géographique et saisonnière du changement relatif des précipitations entre 2000 et 2100, scénario RCP8.5

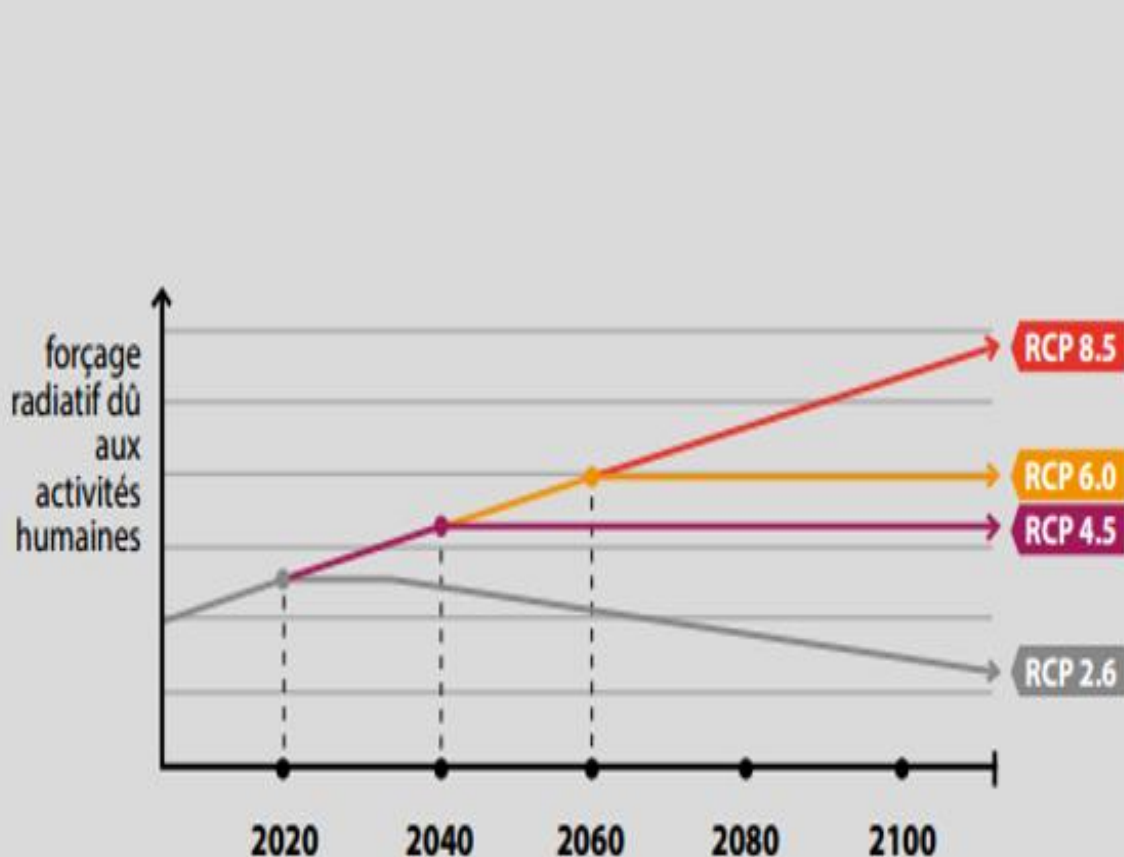


39 modèles CMIP5

[GIEC, AR5]

**La Méditerranée est un hot spot
L'ampleur du CC attendu dépend de la conduite
économique et environnementale de l'humanité.**

Les Scénarios RCP (Representative Concentration Pathways)



↑ émissions de GES croissantes

RCP 8.5 On ne change rien. Les émissions de GES continuent d'augmenter au rythme actuel.
C'est le scénario le plus pessimiste.

RCP 6.0 Scénario avec stabilisation des émissions avant la fin du ^{xxi}e siècle à un niveau moyen.

RCP 4.5 Scénario avec stabilisation des émissions avant la fin du ^{xxi}e siècle à un niveau faible.

RCP 2.6 Scénario à très faibles émissions avec un point culminant avant 2050.
C'est le scénario le plus optimiste.

Rappel des initiatives de l'INM

Depuis 2004: Une collaboration entre l'INM et Météo-France a permis d'installer le modèle Arpège-Climat pour la prévision saisonnière/climatique.

2013-2016: Des projections de CC sur la Tunisie avec une descente d'échelle de 12,5 km ont été élaborées

Les données: 14 Modèles climatiques régionaux du Projet EURO-CORDEX (utilisé par l'IPCC, AR5)

2019-2020: Des projections de CC avec une descente d'échelle de 5 km

Le processus d'élaboration du PNA: Le Consortium de bureau d'étude a procédé à une descente d'échelle et correction des biais à 5 km :

- L'INM a procédé à la validation des résultats de ces nouvelles projections.
- Un ensemble d'indicateurs agrométéorologiques et d'autres relatifs à ressources en eaux ont été calculés

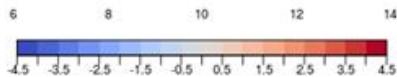
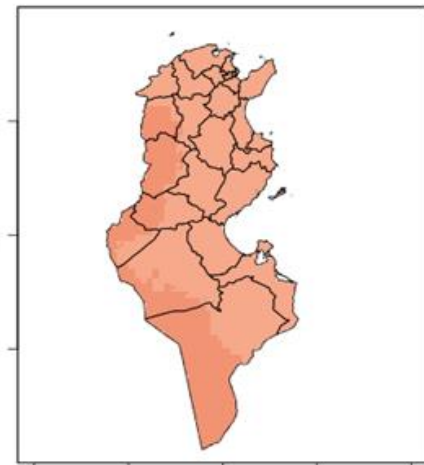
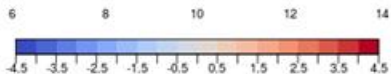
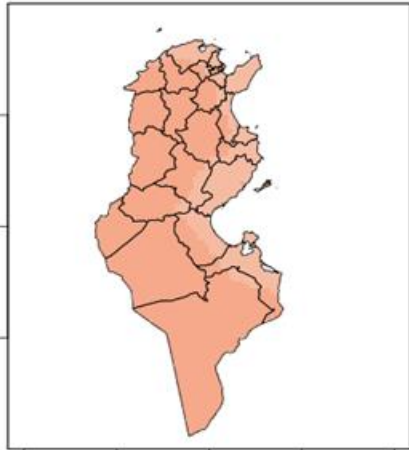
Température à l'horizon 2050

Scénario RCP 4.5

- Une augmentation de la T sur l'ensemble du territoire de l'ordre de **1.6°C**.
- L'étage saharien sera le plus fortement affecté

Scénario RCP 8.5

- Une augmentation de l'ordre de **1.9°C** ;
 - **1,5 à 2 °C** pour les régions côtières
 - **2 et 2,5 °C** pour les régions continentales.
 - L'étage saharien sera le plus affecté
- Des augmentations similaires, homogènes et du même ordre de grandeurs pour les Tmin et Tmax.
 - L'effet modérateur de la mer: Des tendances au statistiquement significatives.
 - Un réchauffement plus accentué durant l'été.



Variation de la moyenne annuelle des températures moyennes de surface (°C) à l'horizon par rapport à la période de référence 1981-2010

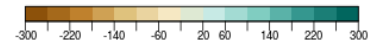
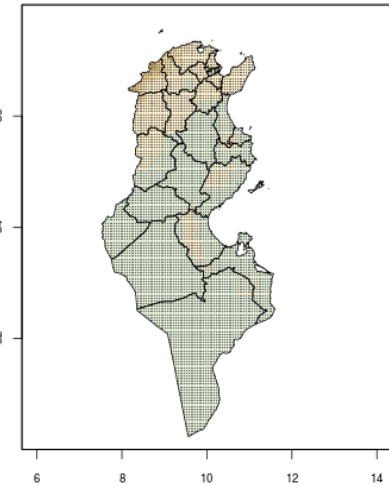
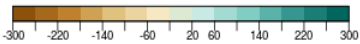
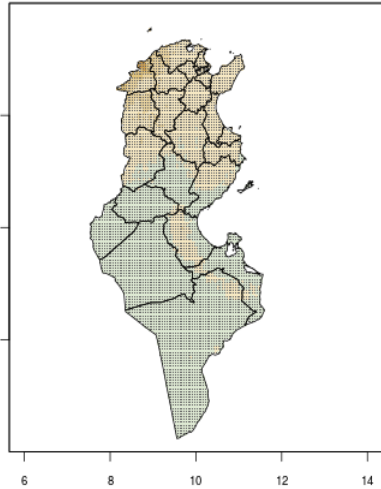
Précipitations à l'horizon 2050

Scénario RCP 4.5

- Une réduction des cumuls annuels sur l'ensemble de la Tunisie de (- 22 mm/an)
- Une grande variabilité spatiale se traduisant par un gradient Nord-Sud s'étendant au niveau des régions du Centre Est.



Scénario RCP 8.5

- Une réduction des cumuls annuels de (- 14 mm/an)
 - Une diminution au niveau des étages bioclimatiques humide et subhumide de (- 20) à (- 60 mm/an), atteignant (-140 mm/an) au niveau de l'étage humide.
 - Une tendance disparate pour les autres étages bioclimatiques
- Ces résultats non significatifs en 2050, deviendront significatifs en 2100.
 - Cette tendance est plus importante en Automne qu'en Hiver.

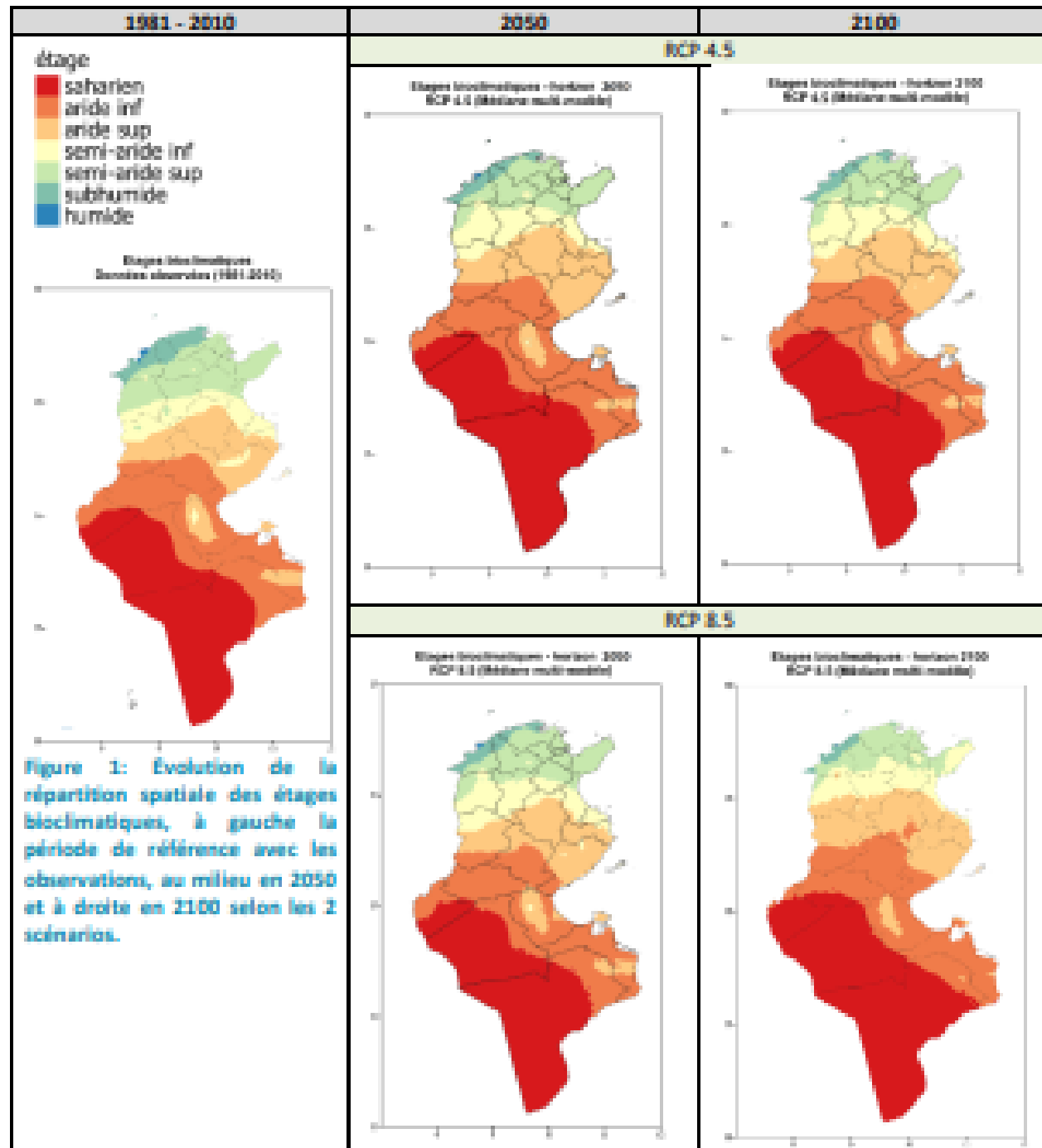


Variation du cumul annuel de précipitation par rapport à la période de référence 1981-2010.

Indices d'extrêmes climatiques thermiques

Jours de canicule 	<ul style="list-style-type: none">A l'horizon 2050, une augmentation du nombre de jours de canicules de l'ordre de +31.9 jours en comparaison avec la période de référenceA l'horizon 2050, une augmentation du nombre de jours de canicules de l'ordre de +39.1 jours en comparaison avec la période de référence
	<ul style="list-style-type: none">Statistiquement non significative en 2050, cette tendance deviendra significative en 2100.
Jours de vague de froid 	<ul style="list-style-type: none">Une diminution du nombre de jours de vagues de froid (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de (-2.5 jours).Une diminution du nombre de jours de vagues de froid (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de (-2.8 jours),
	<ul style="list-style-type: none">Statistiquement non significative en 2050, cette tendance deviendra significative en 2100.

**Accentuation
de l'aridité:
Remontée
des étages
secs vers le
Nord**



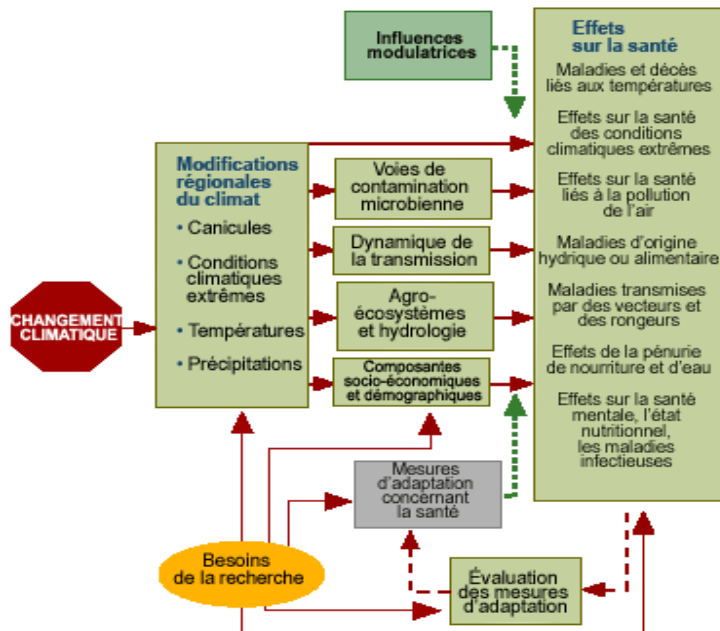


Vulnérabilité du système de la santé

Changement climatique et santé: une relation complexe

- **Effets directs:** i- Conditions climatiques moyennes: saisonnalité et ii- Phénomènes climatiques extrêmes (Vague de froid, vague de chaleur, inondations, sécheresses, etc.,...)

- **Effets indirects:** i- transformation de l'environnement et perturbations écologiques, ii- Modification de vecteurs de maladies, iii- Modification des pathogènes hydriques, iv- Qualité de l'eau et de l'air, v- Disponibilité et qualité des aliments



Risques sanitaires exacerbés par le CC

- Recrudescence émergence des maladies infectieuses à transmission vectorielle (la leishmaniose, le West Nile, les arboviroses)
- Recrudescence et émergence des maladies infectieuses d'origine hydrique et alimentaire
- l'augmentation de la fréquence et de l'intensification des effets sanitaires des inondations
- Vulnérabilité du système de prise en charge des risques sanitaires face aux coûts additionnels dus aux nouveaux risques sanitaires liés au CC





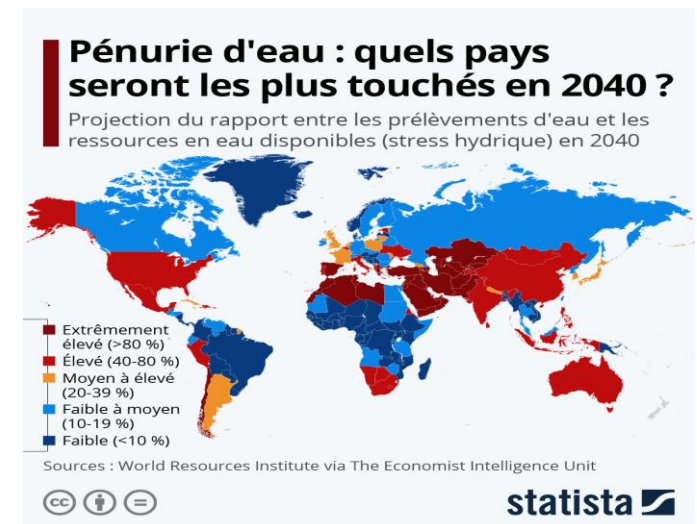
Vulnérabilité des ressources en eau

Rareté et grande variabilité dans la disponibilité de la ressource en eau

- un volume moyen annuel d'eau de surface estimé à 2700 Millions de m³, on dispose de
 - < de 2230 Mm³ (1an / 2)
 - < de 1500 Mm³ (1an / 5)
 - < de 1250 Mm³ (1an /10)
- Actuellement: une situation de stress hydrique (< de 500 m³ / ha / an)
- Projections futures alarmantes: 2030 situation de pénurie d'eau



barrage Sidi Salem Tunisie



Principaux Défis

- La croissance continue de la demande
- L'envasement des barrages qui réduit la quantité d'eau mobilisée: (la capacité totale initiale de 3540 Mm³ réduite par l'envasement à 2656 Mm³ (2018)),
- La prolifération des forages illicites surtout après 2011 (18031 forages en 2018) en absence d'un corps de police des eaux.
- La surexploitation des nappes souterraines (118 % pour les nappes phréatiques et 126 % pour les nappes profondes)
- La conjugaison du CC avec une certaine fragilité rurale (écologique et socio-économique) de nature à générer des impacts en cascades



Equilibre (Demande en eau / eau exploitable) particulièrement fragile



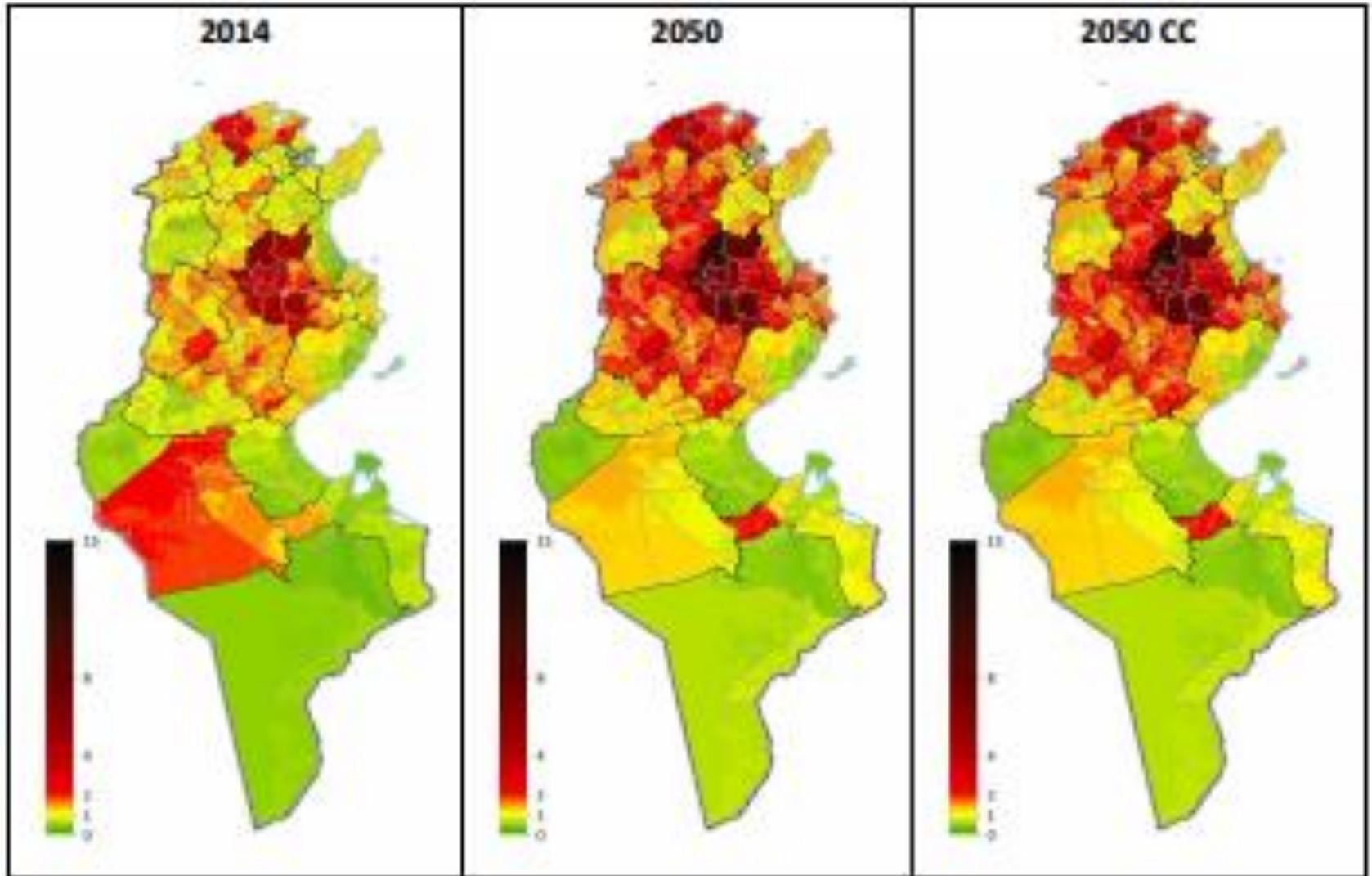
	Année de Référence (1996)	2010	2020	2030
Ressources exploitables	2767	3300	3106	3121
Demande en eau	2528	2689	2721	2760

Enjeux en termes de Qualité:

- Degré de pollution des eaux augmente avec le ruissellement et la température
- Infection des nappes côtières par intrusion marine

	Nord	Centre	Sud	Total
Ressources en eau de surface (Mm ³)	2190	320	190	2700
Ressources en eau de surface avec une salinité inférieure à 1,5 g/l (Mm ³)	1796	153	6	1955
Pourcentage (%)	82	48	3	72

Vulnérabilité des usages de l'eau potable en 2014 et 2050 (avec et sans CC)



Programme Eau, Climat et Développement en Afrique (WACDEP), Nov 2016.



Vulnérabilité de l'agriculture

Importance socioéconomique & défis



Importance socio-économiques

- Contribution de l'agriculture au PIB: 10.68 % (2018), + de 21.2% comparé à 2016-2017
- Une contribution de 6.63% des investissements globaux.
- 16 % de la main d'œuvre active totale.
- D'autres contributions indirectes via l'agro-alimentaire

Défis

- Une tendance au vieillissement de sa population agricole
- Un morcellement et une insécurité foncière marqués (75% des exploitations sont inférieures à 10 hectares);
- Des ressources en eau et sols limitées et sous pression ;
- Une dégradation de la diversité génétique;
- Faible contribution de la recherche à un développement résilient du secteur.

Vulnérabilité des cultures a sec: les céréalières



- ✓ Occupe en moyenne 1,5 M d'ha, soit 1/3 des surfaces cultivables
- ✓ Les superficies emblavées varient selon la pluviométrie de l'Automne (2,02 M ha en 1996 contre 1,14 M ha en 1997)
- ✓ Les rendements corrélés avec
 - la répartition des précipitations
 - ainsi que les autres conditions climatiques, (Temp, hum, apparition des maladies)

Vulnérabilité de l'arboriculture

- Première spéculation à sec (+ de 2 M ha)
- L'Oléiculture (1,5 M ha: 57 M de pieds)
- Forte Capacités d'adaptation de l'Olivier aux fluctuations climatiques
- Forte sensibilité de l'arboriculture fruitière au stress thermique





Vulnérabilité de la frange littorale

Vulnérabilité du littoral tunisien: Des enjeux

- Les 2/3 de la population totale
- + de 70 % des activités économiques (95 % textiles, 70 % métallurgie, 2/3 agro-alimentaire, 80 % I.chimique)
- + de 90 % de la capacité d'hébergement touristique
- Communication avec l'extérieur (95 % du volume d'échange par voie marine)



Station balnéaire de Hammamet



Port de Radès


Analyse de la vulnérabilité : le golfe de Hammamet et le Sahel

- dominance de plages
- activité touristique importante
- préoccupations dans certains segments aménagés



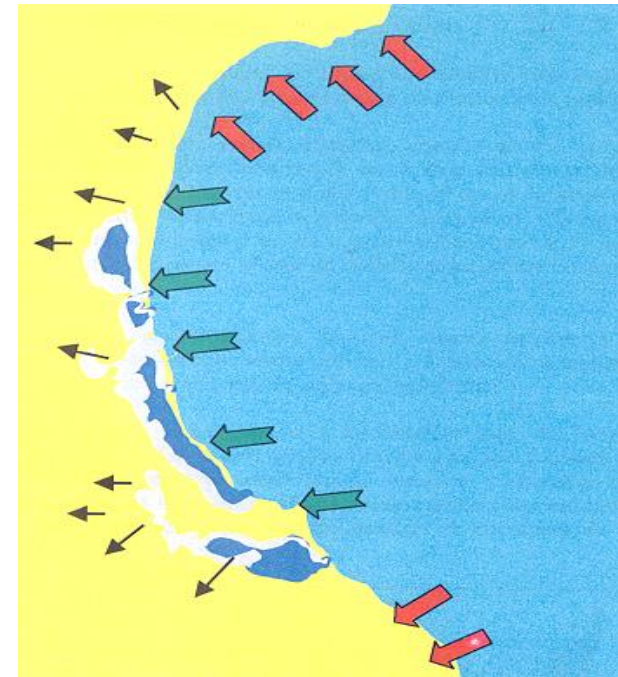
 Parties de sebkha susceptible de se transformer en lagunes

Espaces perdus: 1965 ha

 Parties de Sebka susceptible de se transformer en Lagunes en considérant les surcotes

 Plages menacées de disparition

 Plages pouvant s'adapter à l'ENM par un recul



Défis/enjeux environnementaux de la frange littorale

1. La submersion des terres basses: 116 000 ha de terres perdus

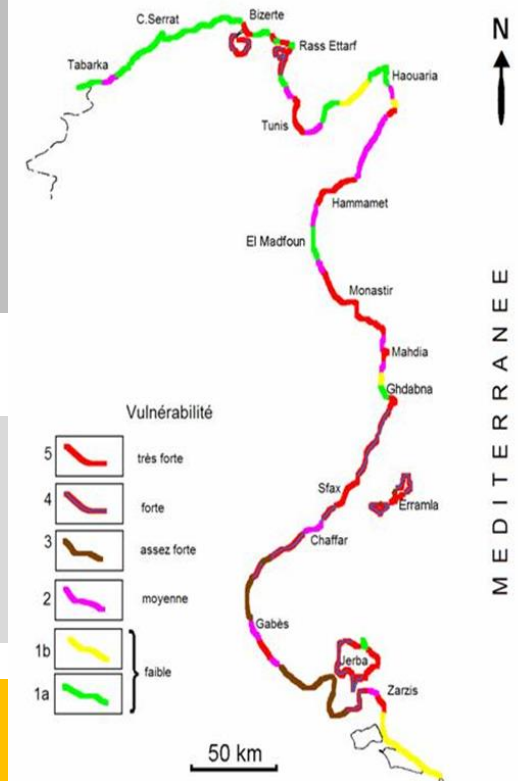
- Submersion et perte d'espaces bâtis sur le littoral: 3 100 ha (3%)
- Submersion et pertes d'espaces agricoles littoraux - 43 000 ha (37 %)
- Salinisation des nappes côtières : pertes de 75% des ressources côtières

2. L'érosion des plages et recul du trait de côte

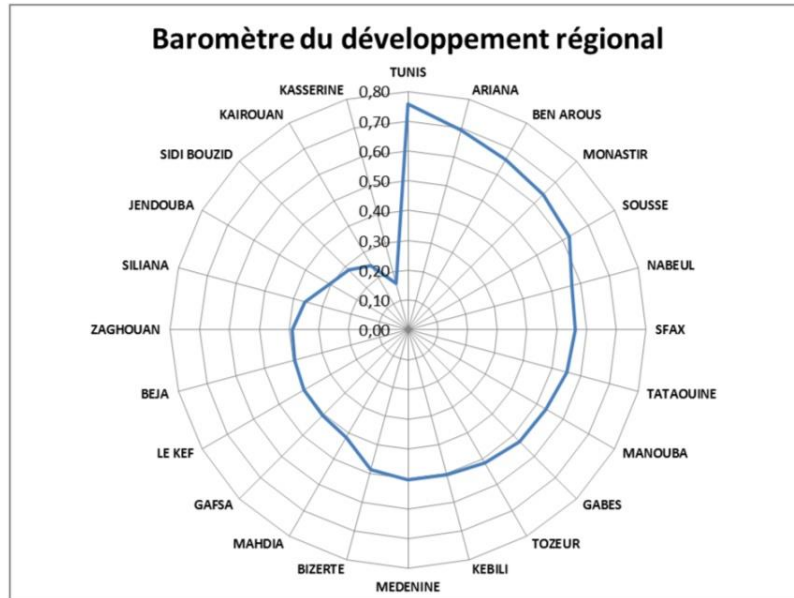
- Perte de plage et des zones balnéaires : risque de perdre 185 Km
- Érosion et perte de terres par le recul du trait de côte (30 à 70 cm/an)

3. La dégradation des écosystèmes littoraux

- Annexion des zones humides littorales à la mer
- Réduction des zones intertidales et des rendements de la pêche à pied et des Cherfia
- Réduction de la biodiversité et des rendements de la pêche côtière.



Vulnérabilité des populations les plus démunies : notamment celles des régions intérieures



Source:
Ministère du
Développement
régional et de
la planification



Améliorer leurs résiliences à travers :

- Des mesures cadres pour renforcer leurs capacités de prise de décision par la mise en œuvre des principes de la décentralisation.
- Des mesures spécifiques d'adaptation aux effets néfastes des CCs sur leurs activités socioéconomiques

Conclusion: Le Maghreb présente une vulnérabilité particulière exacerbée par le CC

- Le système de la santé est sujet à de nouveaux risques sanitaires liées au CC
- Des ressources en eau fortement modulées par la variabilité du climat
- Une agriculture à sec (céréaliculture et arboriculture) sensible aux conditions climatiques
- Une vulnérabilité des populations les plus démunies: notamment celles des régions intérieures
- Une frange littorale présentant une double vulnérabilité: socio-économique & physique et environnementale