

ROYAUME DU MAROC



Ministère délégué  
auprès du Ministère de l'Énergie,  
des Mines, de l'Eau et de l'Environnement,  
chargé de l'Environnement

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Mandaté par :



Ministère fédéral  
de l'Environnement, de la Protection de la Nature,  
de la Construction et de la Sécurité nucléaire

de la République fédérale d'Allemagne

# **Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi : Elaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires**

## **Rapport**

**Novembre 2015**

Rapport préparé par :

Professeur Mohamed Messouli

Pour le compte de :

**GIZ**

BP 433

10 000 Rabat RP - Maroc

Téléphone : 0537 57 04 30

Fax : 0537 57 04 27

Email : mohamed.boussaid@giz.de

# Table des matières

•	<i>LISTE DES FIGURES</i> .....	8
•	<i>LISTE DES TABLEAUX</i> .....	10
•	<b>INTRODUCTION : CONTEXTE ET OBJECTIFS</b> .....	<b>12</b>
•	<b>1.1. CONTEXTE</b> .....	12
•	<b>1.2. OBJECTIFS</b> .....	13
•	<b>1.3. ORGANISATION ET CONTENU DU RAPPORT</b> .....	13
•	<b>TENDANCES OBSERVEES AU NIVEAU DU CLIMAT DE LA REGION MARRAKECH SAFI</b> .....	<b>16</b>
•	<b>2.1 TENDANCE DES PRECIPITATIONS OBSERVEES</b> .....	16
•	<b>2.2 PROJECTIONS DE REDUCTION DES PRECIPITATIONS</b> .....	20
•	<b>2.3 INDICE D'ARIDITE DE « DE MARTONNE »</b> .....	21
•	<b>2.4 VAGUES DE FROID : « CSDI »</b> .....	23
•	<b>2.5 VAGUES DE CHALEUR : « WSDI »</b> .....	24
•	<b>2.5.1 Projections des changements dans les indices de chaleur et de froid</b> .....	26
•	<b>2.5.2 Projections des changements dans les vagues de chaleur et de froid</b> .....	26
•	<b>2.6 PROCESSUS DE SECHERESSE ET DESERTIFICATION</b> .....	28
•	.....	35
•	<b>2.7 LES VARIABLES CLIMATIQUES ESSENTIELLES DU DOMAINE OCEANIQUE</b> .....	35
•	<b>2.7.1 Température de surface de la mer TSM</b> .....	36
•	<b>2.7.2 Changements de la salinité de surface de la mer</b> .....	39
•	.....	39
•	<b>2.7.3 Variations du niveau marin</b> .....	39

• .....	39
• <b>2.7.4 Les houles marines exceptionnelles</b> .....	39
• <b>IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SECTEURS D'ETUDE</b> .....	<b>41</b>
• <b>3.1 IMPACTS SUR LES RESSOURCES EN EAU</b> .....	41
• <b>3.2 IMPACTS SUR L'AGRICULTURE</b> .....	48
• <b>3.3 IMPACTS SUR LA FORET ET LA BIODIVERSITE</b> .....	62
• <b>3.3 IMPACTS SUR LE LITTORAL</b> .....	66
• <b>3.3.1 Modification des températures des eaux marines</b> .....	67
• <b>3.3.2. L'élévation du niveau de la mer</b> .....	68
• <b>3.3.3 Risques littoraux : tempêtes et submersions</b> .....	71
• <b>3.3.4 Détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique pour le littoral d'Essaouira</b> .....	74
• <b>3.3.5 L'érosion côtière et recul du trait de côte</b> .....	77
• <b>3.3.6. Phénomènes de salinisation</b> .....	80
• <b>3.3.7. Biodiversité, pêche et aquaculture</b> .....	81
• <b>3.3.8. L'action des marées sur le réseau d'assainissement</b> .....	84
• <b>MISE A JOUR DES INDICATEURS DE VULNERABILITE</b> .....	<b>86</b>
• <b>4.1 INDICATEURS FORETS/ BIODIVERSITE</b> .....	88
• <b>4.2 INDICATEURS AGRICULTURE</b> .....	89
• <b>4.3 INDICATEURS EAU :</b> .....	90
• <b>4.4 INDICATEURS LITTORAL :</b> .....	91
• <b>BENCHMARK DES ACTIONS POUR ANTICIPER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE</b> .....	<b>94</b>

•	<b>GUIDE METHODOLOGIQUE ET CADRE D'ORIENTATION POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES PROJETS ET PLANS DE DEVELOPPEMENT .....</b>	<b>95</b>
•	<b>6.1. PRINCIPES POUR UNE ADAPTATION EFFICACE .....</b>	<b>97</b>
•	<b>6.1.1. La vision du Maroc face aux risques climatiques .....</b>	<b>97</b>
•	<b>6.1.2. Les besoins financiers en matière d'adaptation .....</b>	<b>97</b>
•	<b>6.1.3. Outils d'aide à la décision .....</b>	<b>98</b>
•	.....	99
•	<b>6.2 VUE D'ENSEMBLE DE LA DEMARCHE METHODOLOGIQUE .....</b>	<b>99</b>
•	<b>6.3 ETAPES DE MISE EN ŒUVRE DE LA DEMARCHE METHODOLOGIQUE .....</b>	<b>100</b>
•	<b>6.4 GUIDE ETAPE PAR ETAPE POUR L'ADAPTATION .....</b>	<b>104</b>
<b>1.4</b>	<b>. GUIDE METHODOLOGIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT D'UN CADRE D'ORIENTATION POUR L'ADAPTATION APPROPRIEE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA REGION, SECTEUR FORET/BIODIVERSITE .....</b>	<b>113</b>
<b>1.5</b>	<b>. GUIDE METHODOLOGIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT D'UN CADRE D'ORIENTATION POUR L'ADAPTATION APPROPRIEE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA REGION, SECTEUR EAU .....</b>	<b>115</b>
<b>1.6</b>	<b>GUIDE METHODOLOGIQUE POUR LE SECTEUR AGRICULTURE .....</b>	<b>117</b>
•	<b>EXEMPLES DE MESURES D'ADAPTATION DANS LES SECTEURS EAU, AGRICULTURE, FORET-BIODIVERSITE ET LITTORAL .....</b>	<b>118</b>
•	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>122</b>
•	<b>ANNEXES.....</b>	<b>125</b>
•	<b>ANNEXE 1: BENCHMARK DES ACTIONS D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE .....</b>	<b>125</b>
•	<b>Forêt et Biodiversité .....</b>	<b>125</b>
•	<b>Agriculture.....</b>	<b>130</b>
•	<b>Eau .....</b>	<b>133</b>

MODELISATION DES TRANSFERTS SOL-VEGETATION-ATMOSPHERE ET ASSIMILATION DE PRODUITS SATELLITAIRES MULTI-CAPTEURS SUR LES CULTURES IRRIGUEES DU SUD DE LA MEDITERRANEE. APPLICATION A LA GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION.....	133
RESSOURCE ET FONCTIONNEMENT ECO-HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DU TENSIFT (MARRAKECH).....	133
• <b>ANNEXE 2 : CRITERES ET INDICATEURS POUR JUGER LES ACTIONS D'ADAPTATION</b> .....	137
• <b>ANNEXE 3 : VUE D'ENSEMBLE DES MESURES POSSIBLES D'ADAPTATION</b> .....	138
• <b>Secteur: eau</b> .....	138
• <b>Secteur Forêt et Biodiversité</b> .....	141
• .....	144
• <b>Agriculture</b> .....	144
• <b>Littoral</b> .....	146

## **Abréviations et acronymes :**

ABH	Agence de Bassin Hydraulique
ABHT	Agence du Bassin ABHT Hydraulique du Tensift
ACC	Adaptation au Changement Climatique
DREFLCD	Direction Régionale des Eaux et Forêts et de Lutte Contre la Désertification
DRS	Direction Régionale de la Santé
EEIER	Etude d'Évaluation Intégrée de l'Environnement Régional
IFN	Inventaire Forestier National
MATEE	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement
MS	Marrakech Safi
ODECO	Délégation Régionale de l'Office de Développement de la Coopération
ONEE	Office Nationale d'Electricité et d'Eau Potable
OREDD	Observatoire Régional de l'Environnement et du Développement Durable
PACC	Projet d'Adaptation au Changement Climatique
PAR	Plan Agricole Régional
PDAIRE	Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau
PNRC	Plan Nation de lutte contre le Réchauffement Climatique
PTRC	Plan Territorial de lutte contre le Réchauffement Climatique
RADEEMA	Régie Autonome de Distribution de l'Eau et de l'Electricité de Marrakech
RREIE	Réseau Régional d'Echange de l'Information Environnementale
S&E	Suivi-Evaluation
SIBE	Site d'Intérêt Biologique et Ecologique
SIRE	Système d'Information Régional de l'Environnement
SSE	Système de Suivi et Evaluation

## • *Liste des figures*

---

Figure 1 : Répartition géographique des précipitations moyennes mensuelles (mm) dans la région Marrakech Safi estimées par TRMM pour la période 1998-2012 (Ezzine et al., 2015) .....	17
Figure 2: Précipitations moyennes (mm) durant la période novembre-mars en haut et avril-octobre en bas .....	18
Figure 3 : Nombre de jours annuels avec précipitations supérieures à 20 mm, 30 mm, 40 mm et 50 mm à Marrakech pour la période 1961 et 2014.....	19
Figure 4: Evolution des précipitations annuelles en (mm) à Marrakech sur la période 1961-2014 .....	20
Figure 5: Evolution des précipitations annuelles en (mm) à Essaouira sur la période 1961-2014 .....	20
Figure 6: Evolution de l'indice des vagues de froid à Marrakech sur la période 1961-2007 .....	24
Figure 7: Evolution de l'indice des vagues de froid à Essaouira sur la période 1961-2007.....	24
Figure 8: Evolution de l'indice des vagues de chaleur à Marrakech sur la période 1961-2007 ...	25
Figure 9: Evolution de l'indice des vagues de chaleur à Essaouira sur la période 1961-2007 .....	25
Figure 10 : Indices de chaleur (à gauche) et de froid (à droite) calculés pour la période de référence 1961-1990 (REF) et pour les trois horizons futurs 2020HR, 2050HR et 2080HR et pour chaque mois à Marrakech sous le scénario des émissions A2. ....	26
Figure 11: Les fréquences prévues pour les vagues de chaleur (a) et les vagues de froid (b) pour les différentes longueurs pour la période de référence 1961-1990 (REF) et les trois horizons futurs 2020HR, 2050HR et 2080HR à Marrakech sous le scénario des émissions A2. (Babqiqi <i>et al.</i> , 2011). ....	27
Figure 12: Evolution de l'indice de l'écart à la moyenne à Marrakech sur la période 1961-2014 .....	29
Figure 13 : Evolution de l'indice de l'écart à la moyenne à Essaouira sur la période 1961-2014	30
Figure 14 : Evolution de l'indice du Rapport à la Normale des précipitations à Marrakech.....	31
Figure 15 : Evolution de l'indice du Rapport à la Normale des précipitations à Essaouira.....	32
Figure 16 : Evolution de l'indice SPI entre 1961-2014 à Marrakech. ....	33



Figure 17 : Evolution de l'indice SPI entre 1961-2014 à Essaouira. ....	34
Figure 18 : Modèle de distribution spatiale des sécheresses météorologiques de différentes intensités : A, carte de sécheresse période de retour 5 ans, B 15 et C, 30 ans) (Banque Mondiale, 2012a) .....	35
Figure 19: Analyse de la hauteur et de la direction des vagues. Réseau du 06/01/2014 à 00H..	40
Figure 20: Evaluation par le WEAP des besoins en eau dans le bassin de la Rhéraya, sous les scénarios A2 et B2 (Rochdane et al., 2014),.....	42
Figure 21 : Demande en eau pour l'irrigation et l'eau potable en 2005 et 2020 .....	44
Figure 22 : Carte de risque de débordement de l'oued Tensift pour une période de retour centennale.....	45
Figure 23 : évolution de l'indice de satisfaction en eau sous les scénarios A2 et B2 de l'orge et du blé dans le bassin de Tensift pour les horizons 2030, 2050 et 2080 .....	49
Figure 24: Suivi spatiotemporel de la sécheresse météorologique par SPI TRIMM pour la Région Marrakech Safi .....	52
Figure 25: Suivi de la sécheresse agricole à travers le SVI, région Marrakech Tensift.....	53
Figure 26 : Indice de sécheresse agricole, calculé en fonction de la production totale par province au cours des 15 dernières années de trois céréales (Blé dur, blé tendre, orge).....	53
Figure 27 : Indice de sécheresse agricole, calculé en fonction de la production des 3 céréales (Blé dur, blé tendre, orge) dans les zones irriguées par province, au cours des 15 dernières années.....	54
Figure 28 : Indice de sécheresse agricole, calculé en fonction de la production des trois céréales (Blé dur, blé tendre, orge) dans les zones "bour" par province, au cours des 15 dernières années.....	54
Figure 29: Evolution de la production totale du blé dur, blé tendre et orge dans les zones "bour" et irriguées au cours des 15 dernières années par campagne .....	55
Figure 30 : Suivi spatiotemporel agricole à travers l'indice de production standardisé dans la région Marrakech Safi pour la période 2005-2015 .....	56
Figure 31 : Evolution de la production du blé dur, blé tendre et orge dans les zones «bour» de la région de Marrakech - Safi au cours des 15 dernières campagnes .....	56
Figure 32: Evolution de la production du blé dur, blé tendre, orge dans les zones irriguées de la région de Marrakech - Safi au cours des 15 dernières campagnes.....	57

Figure 33 : Spatialisation du total annuel en: (A) PPN-requise et (B) PPN-offre.....	59
Figure 34 : Carte de vulnérabilité montrant le rapport entre l'offre et la demande exprimé en PPN.....	60
Figure 35 : Image satellitaire de la côte et des remontées d'eaux profondes par situation d'upwelling.....	68
Figure 36: submersion et Elévation du niveau marin à Essaouira .....	70
Figure 37 : Carte des zones inondables selon les trois scénarios.....	75
Figure 38 : Onde de tempête au nord de Safi image satellite RapidEye-scène .....	77
Figure 39 : Susceptibilité aux submersions et inondations côtières dans la zone de Safi (LANDSAT) .....	78
Figure 40 : Cartographie de susceptibilité de rupture de pente. A droite fissures et crevasses à la couronne des pentes sont clairement visibles. Les évènements brutaux (glissement et éboulements en masse) capables de faire reculer la falaise ou de provoquer des fosses d'effondrements (Theilen-Willige, 2011).....	78
Figure 41: Phénomène d'érosion de la côte rocheuse entre Safi et Essaouira.....	79
Figure 42: Régression entre la moyenne des carrés de la vitesse du vent à Essaouira et la CPUE (catch per unit effort) annuelle dans la zone Essaouira- Safi .....	84
Figure 43 : Etapes d'élaboration du guide méthodologique pour l'intégration du changement climatique dans la planification territoriale.....	96
Figure 44 : Intégration de l'adaptation au processus de développement.....	99

## • **Liste des tableaux**

---

Tableau 1 : Répartitions saisonnières des changements (en valeurs absolues) dans les précipitations à l'horizon 2020 sur le Tensift	21
Tableau 2: Indices mensuels de « de Martonne » au niveau de Marrakech et Essaouira calculé sur la période 1961-2007 (T : température, P : précipitations et I : Indice de « de Martonne »).	21

Tableau 3: différents types de climats suivant la valeur de l'indice de « de Martonne »	22
Tableau 4: Evolution du type de climat à Marrakech et Essaouira entre la période de 1961-1970 et 1998-2007.	23
Tableau 5: Classification de la sécheresse selon l'indice SPI	33
Tableau 6: Dégradations spécifiques des bassins versants de la Province d'Al Haouz (ABHT)	46
Tableau 7: Envasement moyen annuel de quelques retenues de barrage dans la région Marrakech Safi	46
Tableau 8: Synthèse des impacts des changements climatiques à l'échelon du bassin de Tensift sur l'agriculture	50
Tableau 9: Impact des inondations du mois de novembre 2014 sur l'agriculture des communes de la province d'Essaouira	57
Tableau 10 : Evolution de la PPN requise et offre pour les produits alimentaires et les produits en bois pour les années 2000, 2003, 2005 et 2007 en MTC.	60
Tableau 11 : Projections de la PPN-offre pour 2015, 2020 et 2025 en MTC, sous les scénarios A2 et B2. (Rochdane <i>et al.</i> , 2014).	61
Tableau 12 : Analyse de sensibilité montrant la PPN-requise et offerte en MTC à l'horizon 2025 en fonction de la population (P), l'affluence (A), la technologie (T) et le climat (C) sous les scénarios A2 et B2. D représente la demande et O l'offre; La dernière ligne représente le ratio de la PPN demandée et offerte en pourcentage pour l'année 2025.	61
Tableau 13:Etat et tendance probable des services écosystémiques dans la palmeraie NO.	65
Tableau 14:Réduction de la vulnérabilité et de l'exposition grâce au développement et aux aménagements et à la planification incluant de nombreuses mesures à faible regret; Adaptation incluant les ajustements progressifs et transformationnels et transformation (Adopté AR5, 2013, modifié)	120

## • INTRODUCTION : CONTEXTE ET OBJECTIFS

---

### • 1.1. Contexte

---

Les activités humaines ont considérablement modifié le climat, les océans, les terres, la couverture de glace et les écosystèmes de la planète, ce qui a entraîné des répercussions sur presque tous les secteurs, incluant les ressources hydriques, l'agriculture, la santé humaine, les forêts et biodiversité et les infrastructures. A l'instar des autres zones du Maroc, dans la Région Marrakech Safi, le changement climatique (CC) a déjà engendré des vagues de chaleur plus fréquentes, des précipitations extrêmes plus dévastatrices, des départs d'incendies de forêt plus courants, et une pénurie d'eau. Ce sont des défis graves qui touchent directement les familles, les communautés, et les emplois à travers la région et entravent le développement durable.

Des progrès significatifs dans la compréhension des impacts du changement climatique et des réponses potentielles ont été réalisés. Un des engagements marocains dans la lutte contre les effets des changements climatiques réside dans l'élaboration du plan d'investissement vert<sup>1</sup>, qui nécessitera la mobilisation de 25 milliards de dollars d'ici 2030, dont 2 milliards destinés à l'adaptation, notamment dans les secteurs eau, agriculture et Forêts.

Les relations privilégiées qui unissent le Maroc aux pays de l'Afrique subsaharienne pourraient hisser le rôle géostratégique du Maroc, en tant que « hub », misant sur le transfert des technologies et le partage des connaissances, dans le domaine de lutte contre le changement climatique, avec ses partenaires africains.

Le Maroc gagnerait à décentraliser et intégrer la lutte contre le CC, sous l'auspice de la régionalisation avancée et de développer des mécanismes incitatifs pour encourager les implications individuelles permettant de contribuer efficacement au développement économique, social, environnemental et politique du pays.

Pour cerner une partie de ces enjeux précités, en l'occurrence, ceux liés au changement climatique, la GIZ a mené, dans le cadre de son programme PGPE, cette étude intitulée

---

<sup>1</sup>le plan d'investissement vert, 2014, a été préparé par le Royaume du Maroc avec l'appui de la Banque mondiale et de la Coopération allemande au développement durable (GIZ).

«Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires».

## • **1.2. Objectifs**

---

L'objectif général est de développer une réponse appropriée à la vulnérabilité liée aux changements climatiques dans les paysages de la Région Marrakech-Safi, en fournissant aux preneurs de décisions, praticiens et communautés locales les analyses, les informations et les orientations nécessaires pour concevoir et mettre en œuvre des politiques et des projets d'adaptation au changement climatique.

Cette étude se veut une base pour la mise en œuvre d'une série de mesures d'adaptation dans les secteurs identifiés comme les plus vulnérables par le programme ACCN de la GIZ, à savoir l'eau, l'agriculture, la forêt/biodiversité et le littoral.

## • **1.3. Organisation et contenu du rapport**

---

### **Organisation de l'étude**

Cette étude sera menée en deux phases:

- La première phase vise la mise à jour des données climatiques et l'élaboration de guides pour les secteurs,
- la seconde phase a pour objectifs
  - d'élaborer des manuels guides utilisables pour suivre et évaluer les initiatives d'adaptation au changement climatique pour les secteurs eau, agriculture, littoral et forêt-biodiversité,
  - d'assurer des formations dans les domaines,
  - accompagner des partenaires subsahariens pour une extrapolation de ces études dans leurs pays.

### **Contenu du rapport**

Ce rapport se limite à la première phase dont les principales tâches sont :

- Mise à jour des données climatiques dans la région Marrakech Safi
- Mise à jour des indicateurs et élaboration de guides méthodologiques pour l'adaptation concernant les secteurs Eau, Agriculture et Forêt-Biodiversité

Un fascicule à part, décrivant les indicateurs de vulnérabilité et d'adaptation au changement climatique, accompagne ce travail.

La dernière phase du travail sera présentée dans un deuxième rapport.

# ***MISSION 1 : Climat, Impacts et Vulnérabilités***

- **TENDANCES OBSERVEES AU NIVEAU DU CLIMAT DE LA REGION MARRAKECH SAFI**

---

Cette partie a pour objectif d'actualiser les données et les connaissances sur le changement climatique et ses tendances.

- ***2.1 Tendance des précipitations observées***

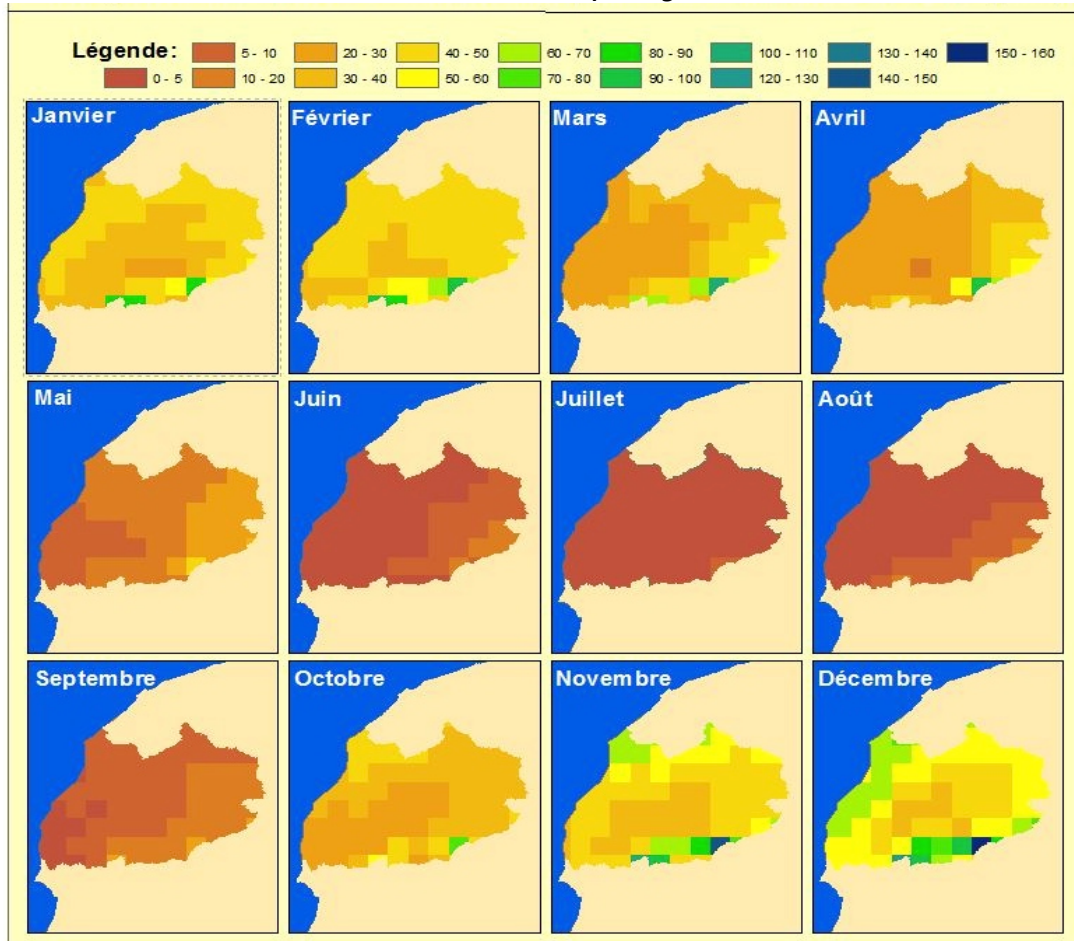
---

Les précipitations sont, en général, influencées par la position de l'anticyclone des « Açores » qui crée un blocage des perturbations chargées de pluies venant de l'ouest de l'Atlantique. Le déplacement de cet anticyclone vers le Sud donne un temps perturbé et chargé des masses d'air humide sur le Maroc.

La répartition géographique des précipitations moyennes mensuelles (mm) dans la région Marrakech Safi estimées par TRMM pour la période 1998-2012 est illustrée au niveau de la figure 1.

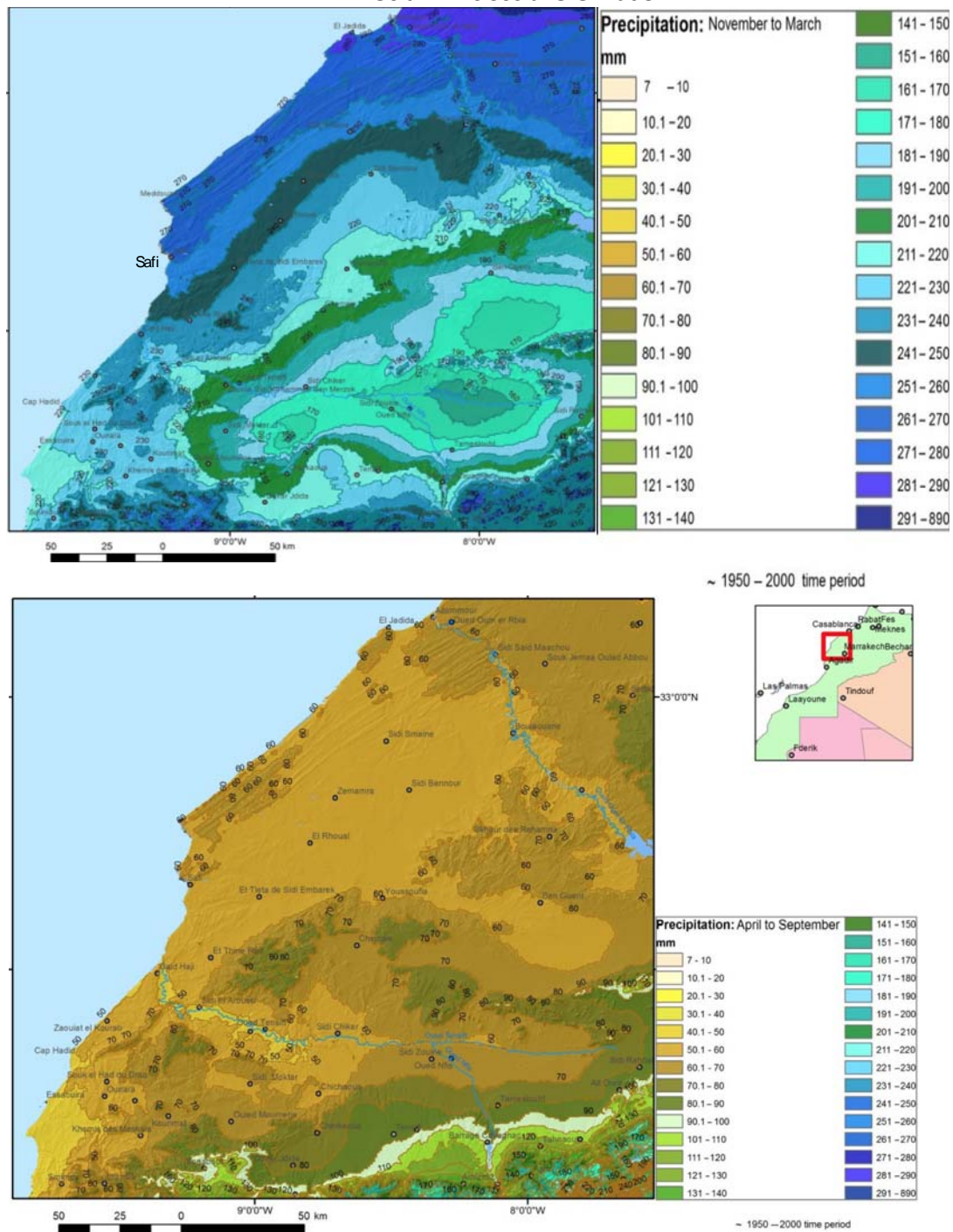


Figure 1 : Répartition géographique des précipitations moyennes mensuelles (mm) dans la région Marrakech Safi estimées par TRMM pour la période 1998-2012 (Ezzine et al., 2015)



La figure 2 montre la moyenne des précipitations dans la région enregistrée durant le demi siècle 1950-2000, l'essentiel des précipitations est concentré entre novembre et mars.

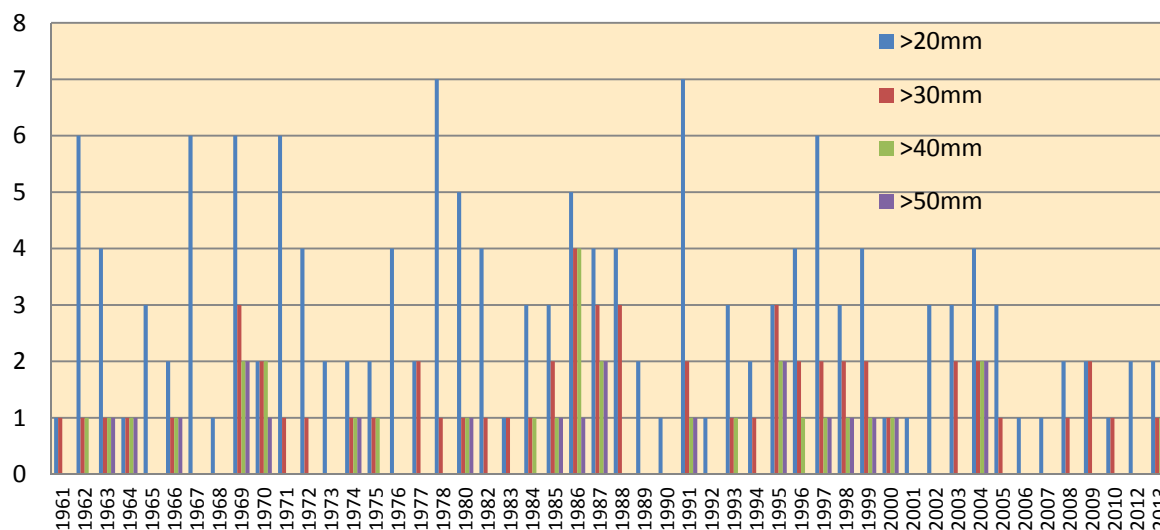
Figure 2: Précipitations moyennes (mm) durant la période novembre-mars en haut et avril-octobre en bas



WorldClim-Global Climate Data.DatafromCurrentConditions(1950-2000).  
Available online: <http://www.world.clima.org/current>

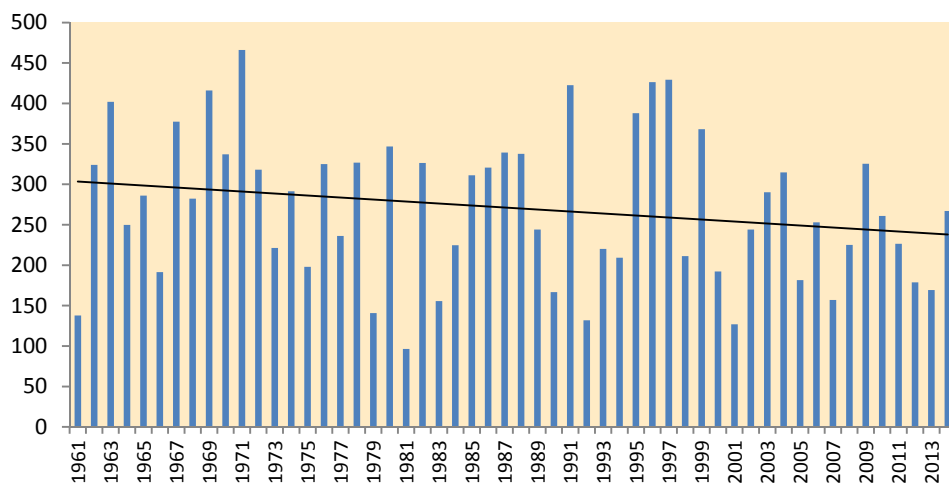
Le nombre de jours annuels avec des précipitations supérieures à 20, 30, 40 et 50 mm pour la ville de Marrakech durant la période 1961-2013 est précisé au niveau de la figure 3.

Figure 3 : Nombre de jours annuels avec précipitations supérieures à 20 mm, 30 mm, 40 mm et 50 mm à Marrakech pour la période 1961 et 2014.



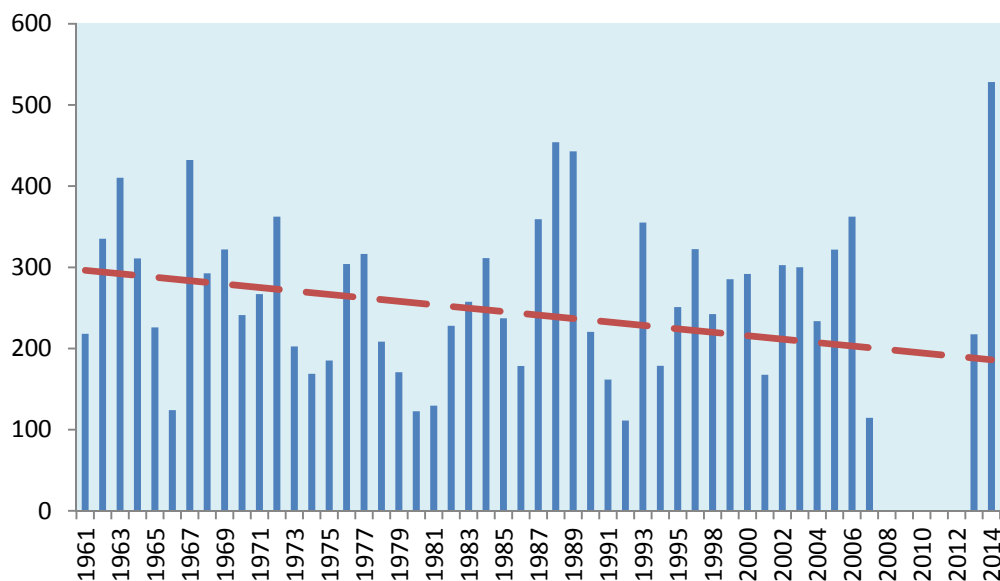
Les cumuls annuels des précipitations au niveau des stations de Marrakech et d'Essaouira sont présentés en figures 4 et 5. On constate une irrégularité et une variabilité importante d'une année à l'autre au niveau de l'évolution des précipitations entre 1961 et 2014. Par ailleurs, cette variabilité au niveau des précipitations est accompagnée d'une tendance à la baisse des hauteurs annuelles des précipitations. Selon la droite de tendance, cette baisse de pluviométrie durant la période 1961–2014 est de l'ordre de 50 mm pour la ville de Marrakech, alors qu'elle est de 20 mm pour la ville d'Essaouira.

Figure 4: Evolution des précipitations annuelles en (mm) à Marrakech sur la période 1961-2014



La tendance à la baisse des précipitations met en relief la tendance au rétrécissement de la période du temps humide sur la région de Marrakech-Safi et par suite une installation régulière de la sécheresse qui est couplée à la hausse des températures précédemment constatées.

Figure 5: Evolution des précipitations annuelles en (mm) à Essaouira sur la période 1961-2014



• **2.2 Projections de réduction des précipitations**

La plage des variations dans les changements des précipitations à l'horizon 2020 par rapport à la climatologie de 1961-1990 va de 0.1% (pratiquement aucun changement à une réduction d'environ -7% avec une meilleure estimation de -4.3 % de réduction).

Les répartitions saisonnières de ces changements sont données pour 3 MCC (le plus sec, moyen et le plus humide) dans le tableau 1.

Tableau 1 : Répartitions saisonnières des changements (en valeurs absolues) dans les précipitations à l'horizon 2020 sur le Tensift

Sortie du MCG prise en compte	Description	Changements saisonniers en %				Réductions annuelles en mm
		Hiver	Printemps	Eté	Automne	
ECHAM4 horizon 2020	humide	-3,1	-3,1	- 0,5	-0,7	-6,3
CSIRO -TR horizon 2020	moyen	-4,1	-4,1	-0,4	-1,6	10,2
UKTR horizon2020	sec	-6,8	-6,7	-0,8	-0,8	-17,9

### • **2.3 Indice d'aridité de « de Martonne »**

L'indice d'aridité de « de Martonne » comme son nom l'indique permet de déterminer le degré d'aridité d'une région. Cet indice peut être calculé à deux échelles temporelles : mensuelle ou annuelle.

#### Indice mensuel d'aridité

Cet indice permet de déterminer les mois les plus secs d'une zone sur une période d'observation de température et de précipitation.

L'indice est défini comme :  $I = 12 * P / (T + 10)$  avec P est la moyenne annuelle des précipitations mensuelles et T est la moyenne annuelle des températures mensuelles.

Cet indice a été calculé sur la période 1961-2007 au niveau des deux stations de Marrakech et Essaouira (Tableau 2).

Suivant la définition de cet indice, les mois d'aridité correspondent aux mois où l'indice est inférieur à la valeur 10. Ainsi, les mois d'aridité pour la zone de Marrakech s'étendent de Mai à Octobre et les mois d'aridité pour la zone d'Essaouira s'étendent d'Avril à Octobre.

Tableau 2: Indices mensuels de « de Martonne » au niveau de Marrakech et Essaouira calculé sur la période 1961-2007 (T : températures, P : précipitations et I : Indice de « de Martonne »).

	Marrakech	Essaouira
--	-----------	-----------

MOIS	T	P	I	T	P	I
J	12,2	31,7	17.1	18,8	45,5	19.0
F	13,9	36,5	18.3	17,4	32,2	14.1
M	16,2	40,4	18.5	17,5	33,1	14.4
A	17,8	36,9	16.0	17,5	23,3	10.1
M	21,0	20,6	8.0	18,0	6,1	2.6
J	24,4	6,2	2.2	18,5	0,8	0.3
J	28,6	3,2	1.0	18,7	0,1	0.0
A	28,3	4,6	1.4	18,5	0,7	0.3
S	25,3	8,9	3.0	18,2	2,3	1.0
O	21,3	21,1	8.1	17,4	23,7	10.4
N	16,5	37,3	16.9	16,0	51,3	23.7
D	12,9	30,1	15.8	14,2	55,7	27.6

### Indice annuel d'aridité :

Cet indice permet de définir le type de climat d'une zone donnée en fonction de la température et des précipitations observées dans cette zone.

Il s'écrit  $I = P / (T + 10)$

Avec : **P** : La hauteur annuelle des précipitations et **T** : La température moyenne annuelle.  
Dans cet indice, l'aridité est d'autant plus grande que la valeur de I est plus faible (Tableau 3):

Tableau 3: différents types de climats suivant la valeur de l'indice de « de Martonne »

Indice de « De Martonne »	Climat
>60	Très humide
60-30	Humide
30-20	Sub-humide
20-10	Semi-aride
10-0	Aride à extrêmement aride

Le calcul de l'indice annuel d'aridité sur une série de 47 ans (1961 – 2007) a permis de classer le type de climat dans les deux stations de Marrakech et d'Essaouira.

- **Marrakech** :  $I = 9,3$  climat aride.
- **Essaouira** :  $I = 10$  climat semi-aride.

Afin de voir la sensibilité du calcul de l'indice annuel d'aridité de « de Martonne » à la période de données ou la période d'observation, nous avons calculé cet indice sur deux périodes différentes 1961-1970 et 1998-2007. Ceci a permis de conclure à des résultats différents de ceux obtenus pour la période totale 1961-2007. Le tableau 4, montre que le climat dans les deux villes Marrakech et Essaouira a évolué d'un climat semi-aride entre 1961-1970 à un climat aride entre 1998-2007. Donc, on constate une tendance vers l'aridification du climat de la région (d'un climat semi-aride vers un climat aride).

Tableau 4: Evolution du type de climat à Marrakech et Essaouira entre la période de 1961-1970 et 1998-2007.

	1961 - 1970		1998 - 2007	
	I	Climat	I	Climat
Marrakech	10,1	semi aride	7,9	aride
Essaouira	10,7	semi aride	9,7	aride

## • 2.4 Vagues de froid : « CSDI »

CSDI (de l'anglais Cold Spell Duration Index) définit le nombre de vagues de froid, il correspond au nombre total annuel de jours avec au moins six jours consécutifs de température minimale inférieure au percentile 10. Le percentile 10 est un paramètre statistique qui désigne la valeur dont 10% des valeurs sont inférieures à cette valeur dans une série annuelle triée par ordre croissant.

A Marrakech, le percentile 10 est de l'ordre de 5,6°C et de 10,6°C à Essaouira (Figures 6 - 7).

Figure 6: Evolution de l'indice des vagues de froid à Marrakech sur la période 1961-2007

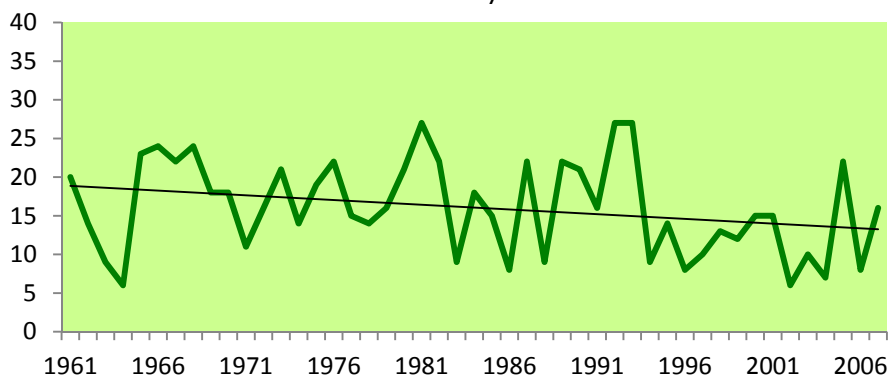
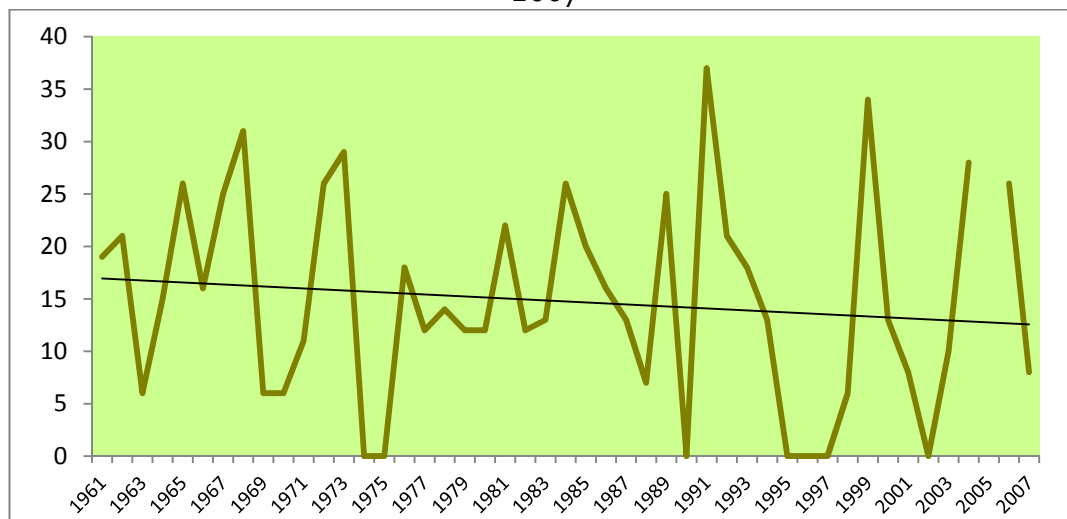


Figure 7: Evolution de l'indice des vagues de froid à Essaouira sur la période 1961-2007



L'analyse de l'évolution des vagues de froid montre des fortes tendances à la baisse pour les deux stations. Ces baisses sont de l'ordre de -0,13 jours/an pour Marrakech, soit une diminution de 6 jours en 47 ans et de -0,11 jours/an pour Essaouira, soit une diminution de 5 jours en 47 ans.

• **2.5 Vagues de chaleur : « WSDI »**

L'indice WSDI (de l'anglais Warm Spell Duration Index) est défini comme le nombre total annuel de jours avec au moins six jours consécutifs de température maximale supérieure au percentile 90. Le percentile 90 est le paramètre statistique qui désigne la valeur dont 90% des valeurs sont inférieures à cette valeur dans une série annuelle triée par ordre croissant.



Le percentile 90 est égal à 37,3°C à Marrakech et de l'ordre de 23°C à Essaouira (Figures 8 et 9).

Figure 8: Evolution de l'indice des vagues de chaleur à Marrakech sur la période 1961-2007

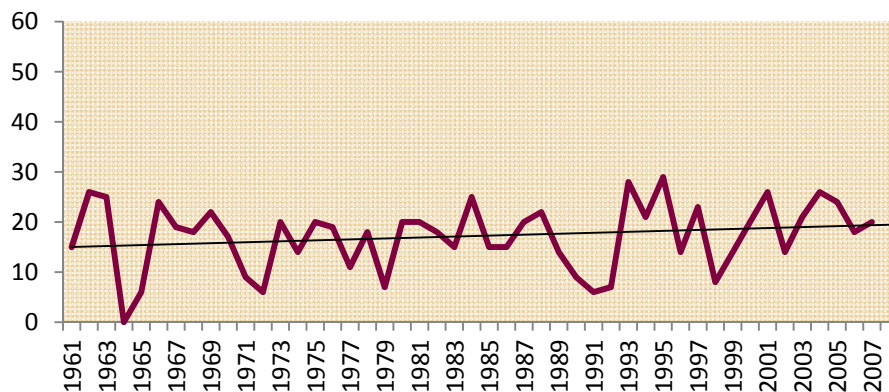
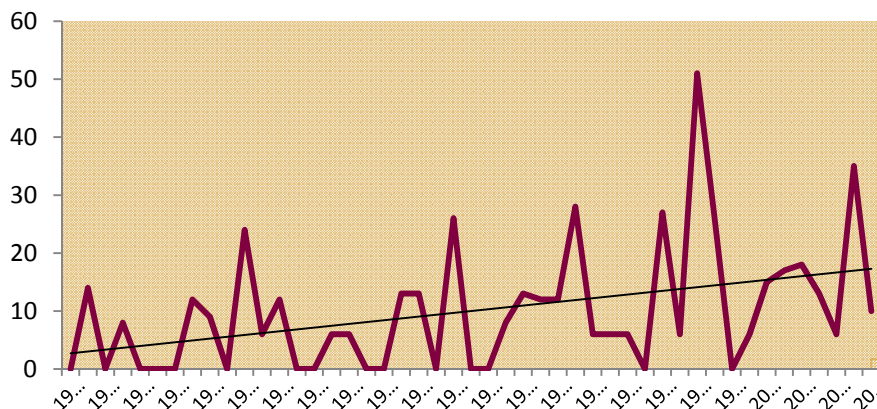


Figure 9: Evolution de l'indice des vagues de chaleur à Essaouira sur la période 1961-2007



On constate une tendance à la hausse significative au niveau des deux stations. La hausse au niveau de cet indice correspond à +0,11 jours/an pour la ville de Marrakech, soit une augmentation de 5 jours sur 47 ans et +0,32 jours/an pour la ville d'Essaouira, soit une augmentation de 15 jours sur 47 ans.

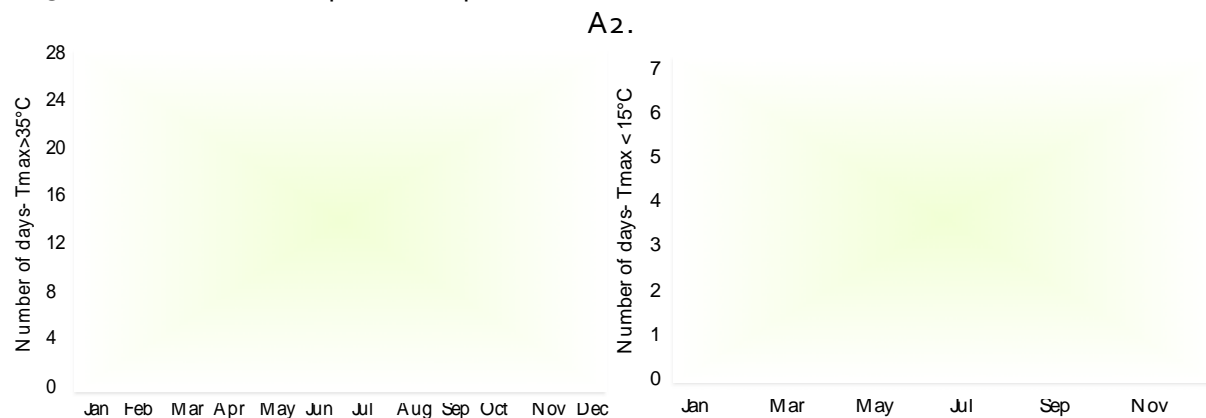
L'évolution de l'indice des vagues de chaleur confirme donc la réduction observée au niveau des vagues de froid.

La tendance du climat de la région de Marrakech-Safi à l'assèchement sur la période étudiée est certainement accompagnée des impacts négatifs sur les ressources naturels de la région, ainsi que sur ces activités socio-économiques.

- ### 2.5.1 Projections des changements dans les indices de chaleur et de froid

Dans la figure 10 (a) un nombre moyen de jours avec température maximale quotidienne supérieure à 35°C est indiquée pour chaque mois pour la période de référence 1961-1990 (REF) et pour les trois horizons futurs 2020HR, 2050HR et 2080HR à Marrakech. Le nombre moyen de jours avec température maximale supérieure à 35°C est supérieure à 20-22, 24-26, 26-27 jours en Juillet et Août, respectivement pour 2020HR, 2050HR et 2080HR en comparaison avec les 19 jours pour la période de référence (REF).

Figure 10 : Indices de chaleur (à gauche) et de froid (à droite) calculés pour la période de référence 1961-1990 (REF) et pour les trois horizons futurs 2020HR, 2050HR et 2080HR et pour chaque mois à Marrakech sous le scénario des émissions A2.



On constate que l'indice de froid ne dépasse pas 0,9 à 1,1 jours en Janvier et Février pour 2080HR par rapport à 5.7 à 6.6 jours pour la période de référence (REF), alors que l'indice de chaleur est supérieur à 51, 63, 71 jours en été, respectivement, pour 2020HR, 2050HR et 2080HR en comparaison avec 44,1 jours pour la période de référence (REF). L'indice de froid est de 2,97 jours en hiver pour 2080HR par rapport à 15,1 jours pour la période de référence (REF) (Babqiqi *et al.*, 2011).

- ### 2.5.2 Projections des changements dans les vagues de chaleur et de froid

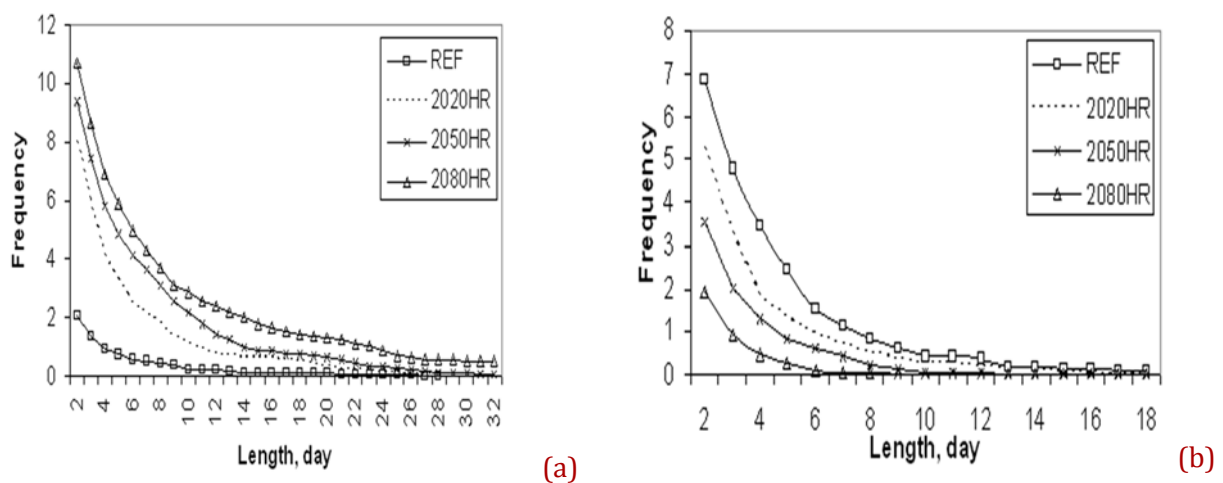
La définition des vagues de chaleur et de froid, varie selon les pays. Au Maroc, il n'ya pas de définition formelle d'un épisode de vague de chaleur ni celle de froid. Généralement une

vague de chaleur extrême, qu'on nomme également canicule, est une période prolongée de chaleur excessive durant le jour et la nuit, habituellement associée à un taux d'humidité élevé et reliée à un lieu géographique et une période de l'année. Une vague de froid est définie comme un épisode de temps froid caractérisé par sa persistance, son intensité et son étendue géographique. L'épisode dure au moins deux jours. Les températures atteignent des valeurs nettement inférieures aux normales saisonnières de la région concernée. Le grand froid, comme la canicule, constitue un danger pour la santé de tous.

Afin d'éclaircir ces effets de température extrême des scénarios des changements climatiques obtenus pour la période de référence et les 3 horizons temporels futurs à Marrakech comme évoqués ci-dessus sont utilisés et la fréquence prévue des vagues de chaleur et de froid en fonction de leurs longueurs calculée

On constate d'après la figure 11 que pour la période de référence 1961-1990, la fréquence prévue des vagues de chaleur est très faible et la vague maximale sera probablement de 14 jours de longueur (Figure 11(a)).

Figure 11: Les fréquences prévues pour les vagues de chaleur (a) et les vagues de froid (b) pour les différentes longueurs pour la période de référence 1961-1990 (REF) et les trois horizons futurs 2020HR, 2050HR et 2080HR à Marrakech sous le scénario des émissions A2. (Babqiqi *et al.*, 2011).



Pour les trois horizons futurs 2020HR, 2050HR et 2080HR non seulement la fréquence des vagues de chaleur a augmenté, mais aussi leurs durées (jusqu'à 32 jours pour 2080HR) et leur gravité (pics de température au cours d'une vague de chaleur plus élevés).

A l'opposé des vagues de chaleur, les vagues de froid montrent une tendance inverse (Figure 8 (b)). La longueur maximale des vagues de froid a diminué de 18 jours pour la période de

référence (REF) à 14, 9 et 6 respectivement pour les horizons 2020HR, 2050HR et 2080HR. La fréquence des vagues de froid pour l'horizon futur 2080HR sera probablement divisée par trois.

## • **2.6 Processus de sécheresse et désertification**

---

**Définition de la sécheresse** : La sécheresse est une condition climatique régnant dans une région géographique où les précipitations sont très nettement inférieures aux valeurs habituellement escomptées. Elle se produit dans pratiquement toutes les zones climatiques, mais ses caractéristiques changent de manière significative d'une région à l'autre.

Bien que la sécheresse puisse survenir sous tous les types de climat, les régions semi-arides sont des plus vulnérables, car elles connaissent déjà et régulièrement un déficit hydrique dû à des précipitations variables. La sécheresse peut toucher des régions dont la taille va de celle d'une ville à celle d'un continent entier. De tous les risques météorologiques, elle est probablement la plus lente à se développer, la plus longue et la moins prévisible.

En se référant aux publications de l'Organisation Mondiale de la Météorologie, ce phénomène, extrêmement complexe, est caractérisé par l'occurrence d'un déficit hydrique dû à divers facteurs tels que les conditions météorologiques, hydrologiques et agronomiques.

On distingue principalement trois types de sécheresse qui peuvent se manifester séparément ou simultanément.

**La sécheresse météorologique** : Essentiellement liée, au déficit pluviométrique, cette sécheresse survient généralement en absence prolongée de précipitations, lorsque la quantité, de pluie est inférieure à la normale ou sa répartition est inégale. Ce type de sécheresse s'accompagne en général d'ensoleillement intense et de températures élevées.

**La sécheresse agricole** : La sécheresse agricole est liée au déficit de la réserve hydrique du sol et à l'insatisfaction des besoins en eau des cultures. L'élément moteur initiateur de ce type de sécheresse est la sécheresse météorologique dont les excès pluviométriques induisent une demande climatique (ETP) qui dépasse les disponibilités en eau pour la plante. Un déficit hydrique significatif en résulte et entraîne des dommages souvent irréversibles pour les cultures (chute dans les rendements des récoltes et du bétail).

**La sécheresse hydrologique** : La sécheresse hydrologique est la réduction de l'écoulement superficiel dans les cours d'eau ; il en résulte une diminution des volumes stockés dans les ouvrages hydrauliques et à une baisse naturelle du niveau d'eau dans les nappes souterraines.

### Indice de l'écart à la moyenne

L'écart à la moyenne est défini comme la différence entre le cumul des précipitations d'une année et le cumul moyen annuel des précipitations sur la période d'observation. C'est l'indice le plus utilisé pour estimer le déficit pluviométrique à l'échelle de l'année.

Figure 12: Evolution de l'indice de l'écart à la moyenne à Marrakech sur la période 1961-2014

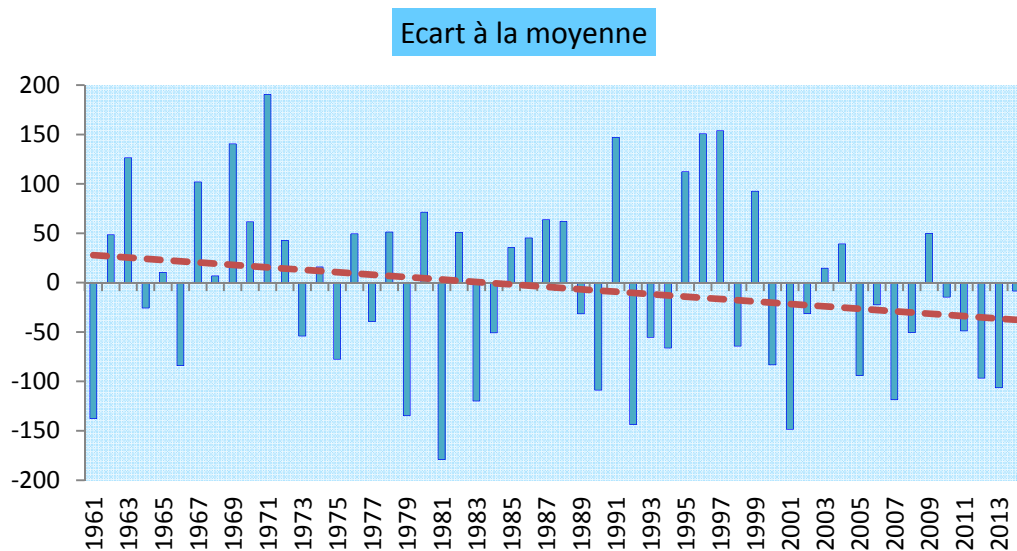
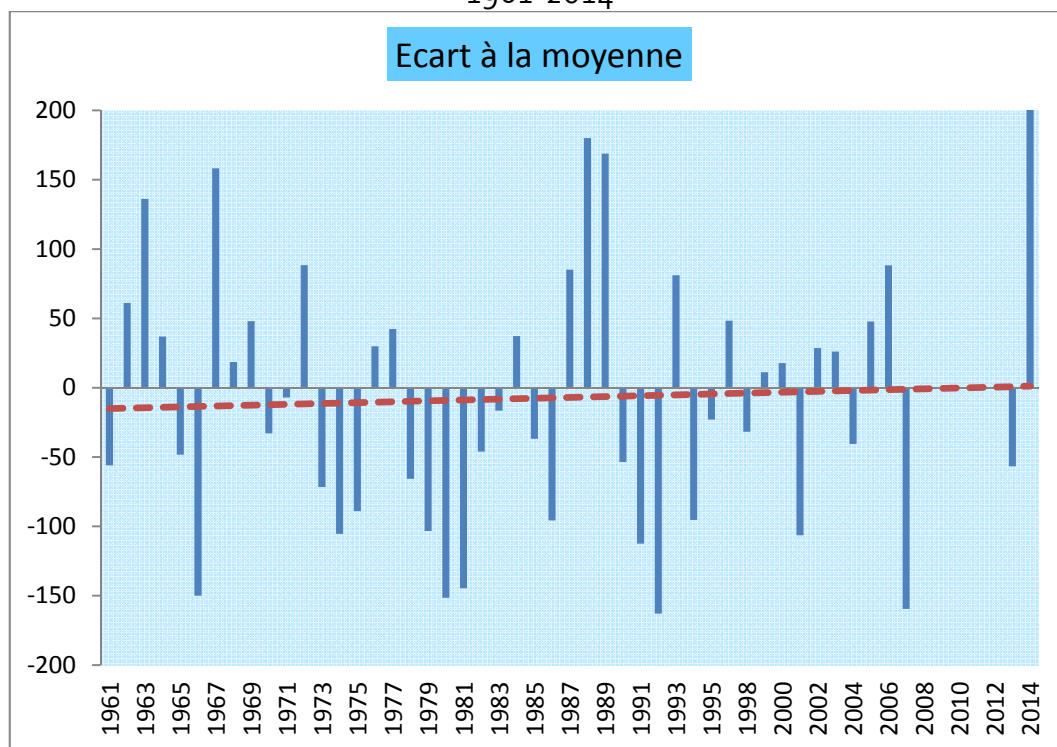


Figure 13 : Evolution de l'indice de l'écart à la moyenne à Essaouira sur la période 1961-2014



Dans cet indice, l'écart est positif pour les années dites humides et négatif pour les années dites sèches. Suivant le principe de cet indice, on parle d'année déficitaire quand la hauteur de la pluie est inférieure à la moyenne et d'année excédentaire quand la moyenne est dépassée. Cet indice permet de visualiser et de déterminer les années déficitaires en précipitations et leur succession.

On constate que l'indice de l'écart à la moyenne dans les deux stations de Marrakech et Essaouira (Figures 12 et 13), présente une forte tendance vers la baisse, qui reste plus remarquable pour la ville de Marrakech. On en déduit donc une tendance importante vers la diminution du nombre d'années humides et une augmentation du nombre d'années sèches ou déficitaires.

### Rapport à la Normale des précipitations (RA)

Le Rapport à la Normale des précipitations (RA) est un indice qui permet de tracer l'évolution des précipitations d'une année par rapport à la moyenne des précipitations d'une période donnée.

Peut être calculé en utilisant la formule suivante :

$$RA (\%) = (P_i/P_n) \cdot 100$$

Avec  $P_i$  = précipitation réelle d'une année donnée.

$P_n$  = précipitation moyenne sur une période temporelle.

Figure 14 : Evolution de l'indice du Rapport à la Normale des précipitations à Marrakech

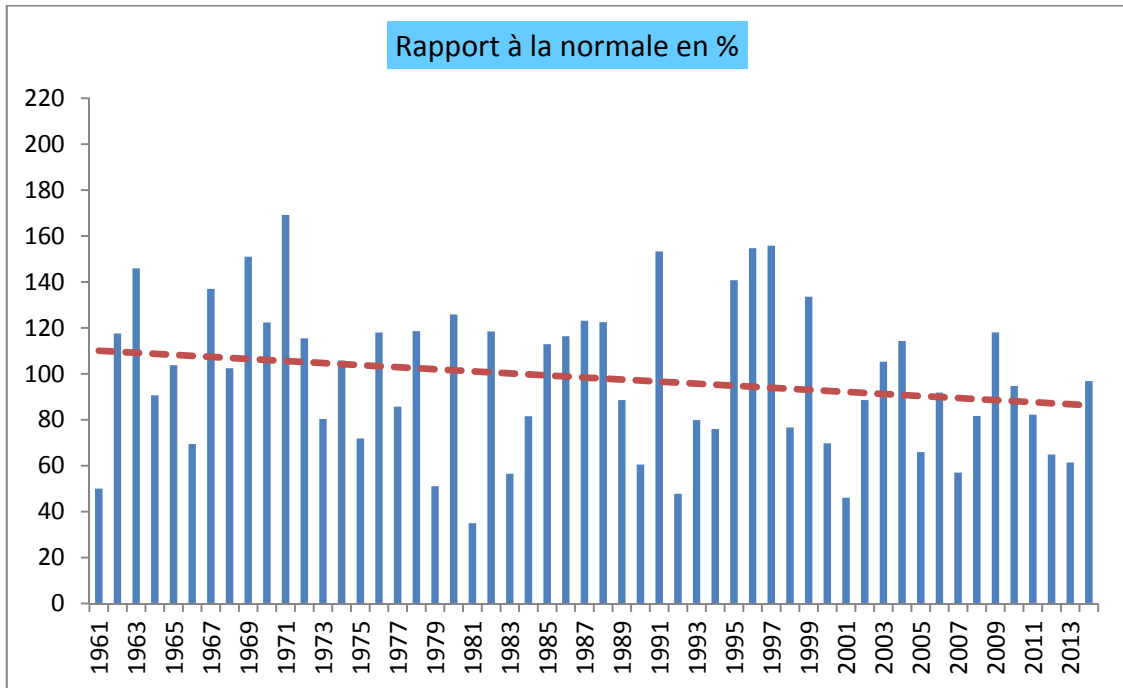
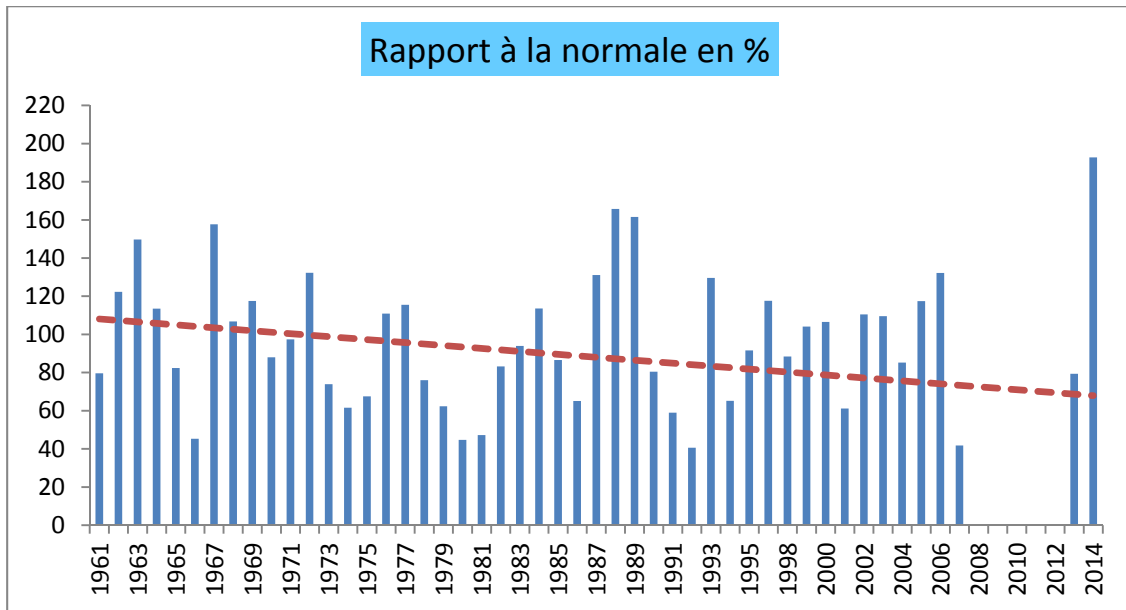


Figure 15 : Evolution de l'indice du Rapport à la Normale des précipitations à Essaouira



L'indice du rapport de la quantité de précipitations enregistrée sur la quantité normale ou le pourcentage par rapport à la normale est considéré comme l'un des indices les plus simples pour caractériser une situation pluviométrique pour une région donnée. Les analyses employant cet indice restent très efficaces.

Les graphes (Figures 14 et 15) représentent l'évolution de l'indice du rapport à la normale sur la période 1961-2014 pour Marrakech et Essaouira. On constate une tendance à la baisse des valeurs de cet indice au niveau de la région. Par conséquent et suivant cet indice, la situation pluviométrique évolue vers un assèchement au niveau de la région.

### Indice Standardisé des Précipitations (SPI)

L'indice standardisé de précipitation «**SPI**» (Standardised Precipitation Index) a été développé en vue de caractériser le déficit des précipitations pour une période donnée. Il permet de classer les périodes de sécheresse ainsi que leur sévérité. Cet indice est calculé surtout lorsque les précipitations ne sont pas normalement distribuées.

Le SPI permet de quantifier le déficit des précipitations et de classer les années suivant leur degré de sécheresse et, par suite, il donne une indication sur l'impact de la sécheresse sur la situation des différents types de ressources naturelles sensible comme les ressources en eau.

L'indice SPI est calculé en utilisant la formule suivante :



$$SPI = (P_i - P_m) / \sigma$$

Avec  $P_i$  = Précipitation de l'année  $i$

$P_m$  = Précipitation moyenne d'une longue série de données

$\sigma$  = Ecart type

Les classes de la sévérité de la sécheresse selon l'indice SPI sont résumées dans le tableau 5 suivant :

Tableau 5: Classification de la sécheresse selon l'indice SPI

Classification du SPI	
$SPI \geq 2$	Humidité extrême
$1,5 \leq SPI < 2$	Humidité forte
$1 \leq SPI < 1,5$	Humidité modérée
$-1 < SPI < 1$	Normal
$-1,5 < SPI \leq -1$	Sécheresse modérée
$-2 < SPI \leq -1,5$	Sécheresse forte
$SPI \leq -2$	Sécheresse extrême

(Source: Colorado Climate Center, <http://ulysses.atmos.colostate.edu/SPI.html>)

Figure 16 : Evolution de l'indice SPI entre 1961-2014 à Marrakech.

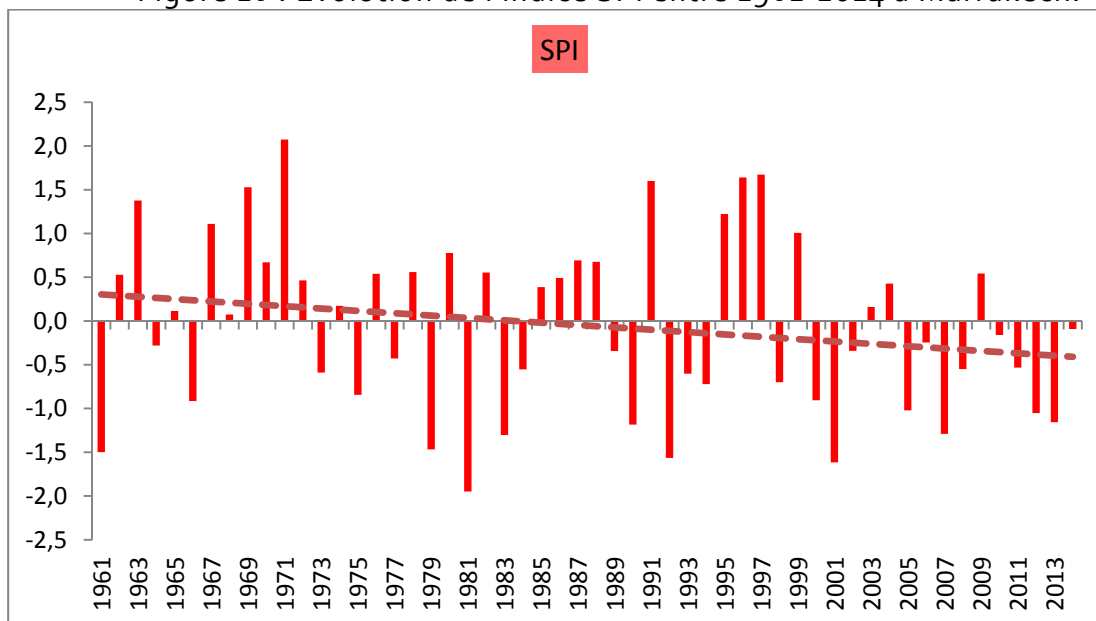
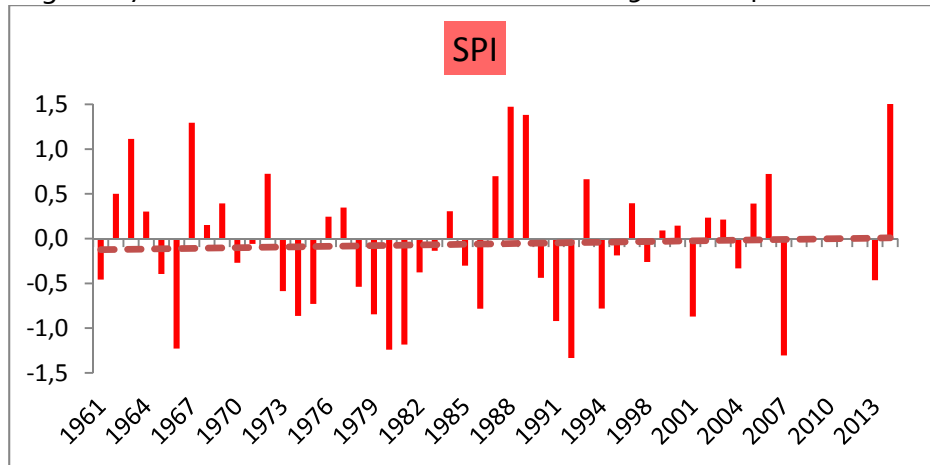


Figure 17 : Evolution de l'indice SPI entre 1961-2014 à Essaouira.



Malgré que cet indice présente une forte irrégularité, il est nettement remarquable que les années de sécheresse deviennent de plus en plus fréquentes à partir de l'année 1980. Sur la période 1961-2014 la zone de Marrakech a connu 11 années de sécheresse modérée à forte et la zone d'Essaouira a été caractérisée par 5 années de sécheresse modérée sur la même période (Figures 16 et 17). Suivant l'analyse de cet indice, la région de Marrakech-Safi est caractérisée par une tendance à l'augmentation de la fréquence des années de sécheresse au fil des années.

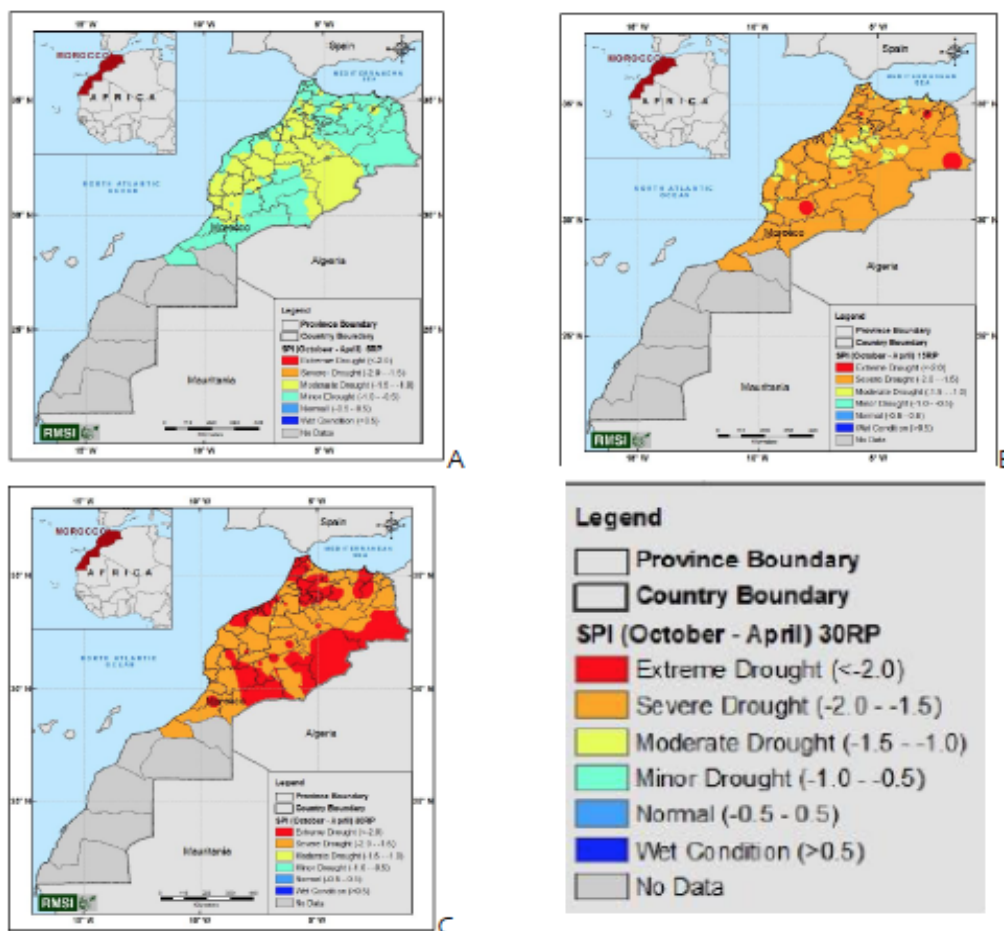
Dans une étude récente de la banque mondiale (Banque Mondiale, 2012.a), le risque de sécheresse météorologique a été caractérisé par l'utilisation de SPI pour déterminer l'incidence, la gravité et la fréquence d'occurrence de la sécheresse (figure, 18). Des périodes de retour ont été calculées pour caractériser les périodes de récurrence des sécheresses de différents niveaux de gravité sur une région. Les figures 12 à 14 montrent les cartes de périodes de retour 5 ans, 15 ans et 30 ans, de la sécheresse générés en utilisant les valeurs SPI.

L'étude précise aussi que près de 85,5% du Maroc est susceptible de faire face à des conditions de sécheresse mineures une fois dans une période de 4 à 6 ans, environ 85% du pays est susceptible de faire face à des conditions de sécheresse modérée une fois dans une période de 5 à 10 ans, 84% est susceptible de faire face à une grave sécheresse une fois dans une période de 11 à 20 ans, et 93% est susceptible de faire face à des conditions extrêmes de sécheresse une fois dans une période de 21 à 30 ans. Il a été observé à partir de l'analyse que l'ensemble du pays (99,7%) est susceptible de connaître un état de sécheresse extrême avec une période de retour de 100 ans.

L'apparition de la sécheresse est susceptible d'augmenter au cours du milieu du 21<sup>ème</sup>

siècle (2041 à 2070) en raison d'une baisse prévue des précipitations annuelles à la hauteur de 20%. La sécheresse est susceptible de s'accroître encore plus à la fin du 21<sup>ème</sup> siècle (2071 à 2099) en raison de déficits projetés des précipitations annuelles de l'ordre de 40 % (Banque Mondiale, 2012a).

Figure 18 : Modèle de distribution spatiale des sécheresses météorologiques de différentes intensités : A, carte de sécheresse période de retour 5 ans, B 15 et C, 30 ans) (Banque Mondiale, 2012a)



•

• **2.7 Les variables climatiques essentielles du domaine océanique**

Les variables climatiques essentielles sont des variables climatiques nécessaires pour soutenir le travail de la Convention et du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Ces variables sont actuellement au nombre de 50. Elles ont été choisies en raison de leur importance mais aussi parce qu'elles sont techniquement et

3  
5

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

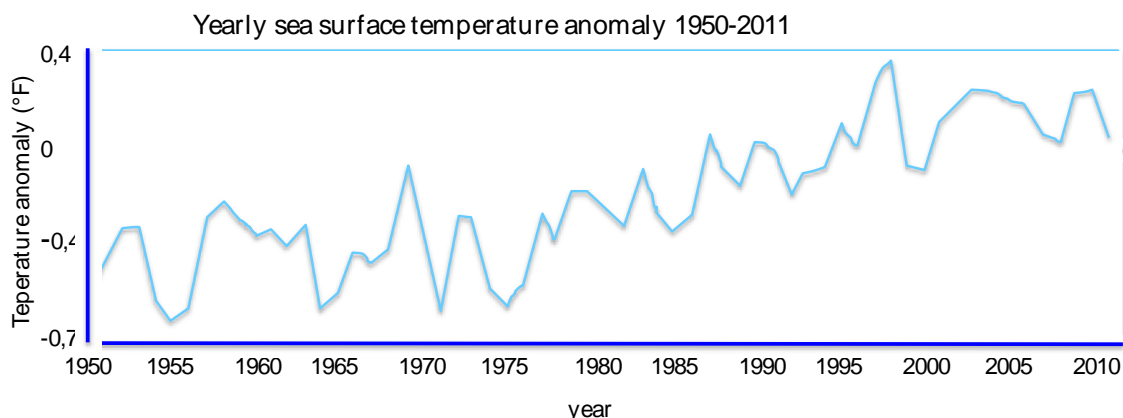
économiquement accessibles à l'observation systématique. Celles concernant l'océan sont comme suit:

Océan	<u>Surface</u> : température de surface de la mer TSM , salinité superficielle, niveau de la mer SSM, état de la mer, glaces de mer, courants de surface, couleur de l'océan, pression partielle de dioxyde de carbone, acidité, phytoplancton.
	<u>Sous la surface</u> : température, salinité, courants, nutriments, pression partielle de dioxyde de carbone, oxygène, acidité, traceurs océaniques

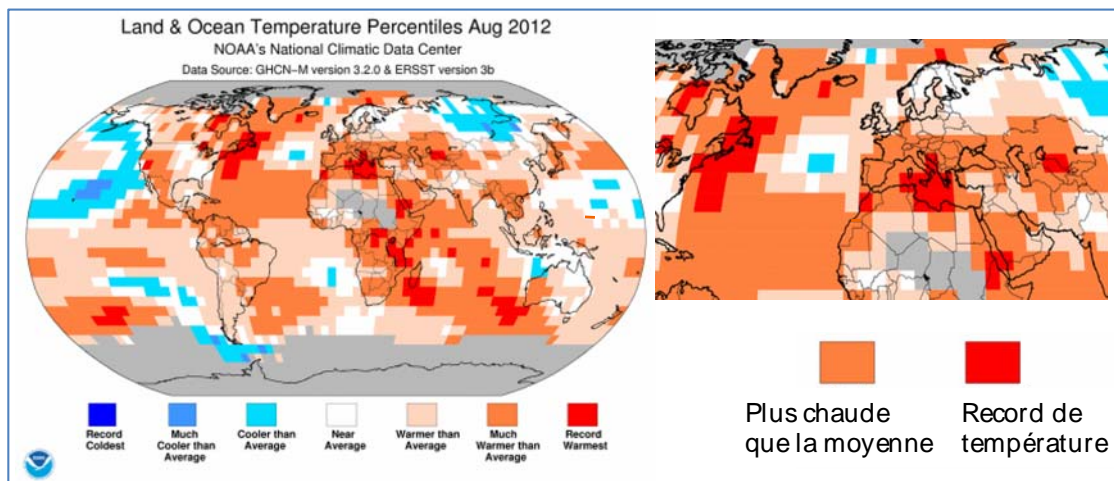
- **2.7.1 Température de surface de la mer TSM**

La température est un paramètre essentiel de l'échange d'énergie entre la mer et l'atmosphère terrestre. La quantité de vapeur d'eau relâchée ou absorbée par la mer dépend directement de sa température de surface. La masse océanique sert également de facteur limitatif sur les variations de températures de l'air entre le jour et la nuit grâce à sa capacité calorifique (elle absorbe et relâche l'énergie plus lentement que l'air). Cet indicateur est en fait un paramètre physique de fluide essentiel pour estimer l'évolution des systèmes météorologiques et océaniques ainsi que leur couplage. Depuis le début des années 1990 il est suivi de près par les satellites et une série de bouées dans le Pacifique, à cause de son impact sur le climat. En effet, la convection organisée qui mène à la formation des ouragans, des cyclones et des tornades, nécessite une température de surface de la mer de plus de 28°C. En général plus la température est élevée plus la tempête sera puissante (transfert d'énergie).

La température à la surface de l'océan a augmenté au fil du temps. Chaque année, durant la dernière décennie, la température de surface de la mer a été plus chaude que la moyenne 1981 à 2010, un indicateur du changement climatique à long terme (NOAA).



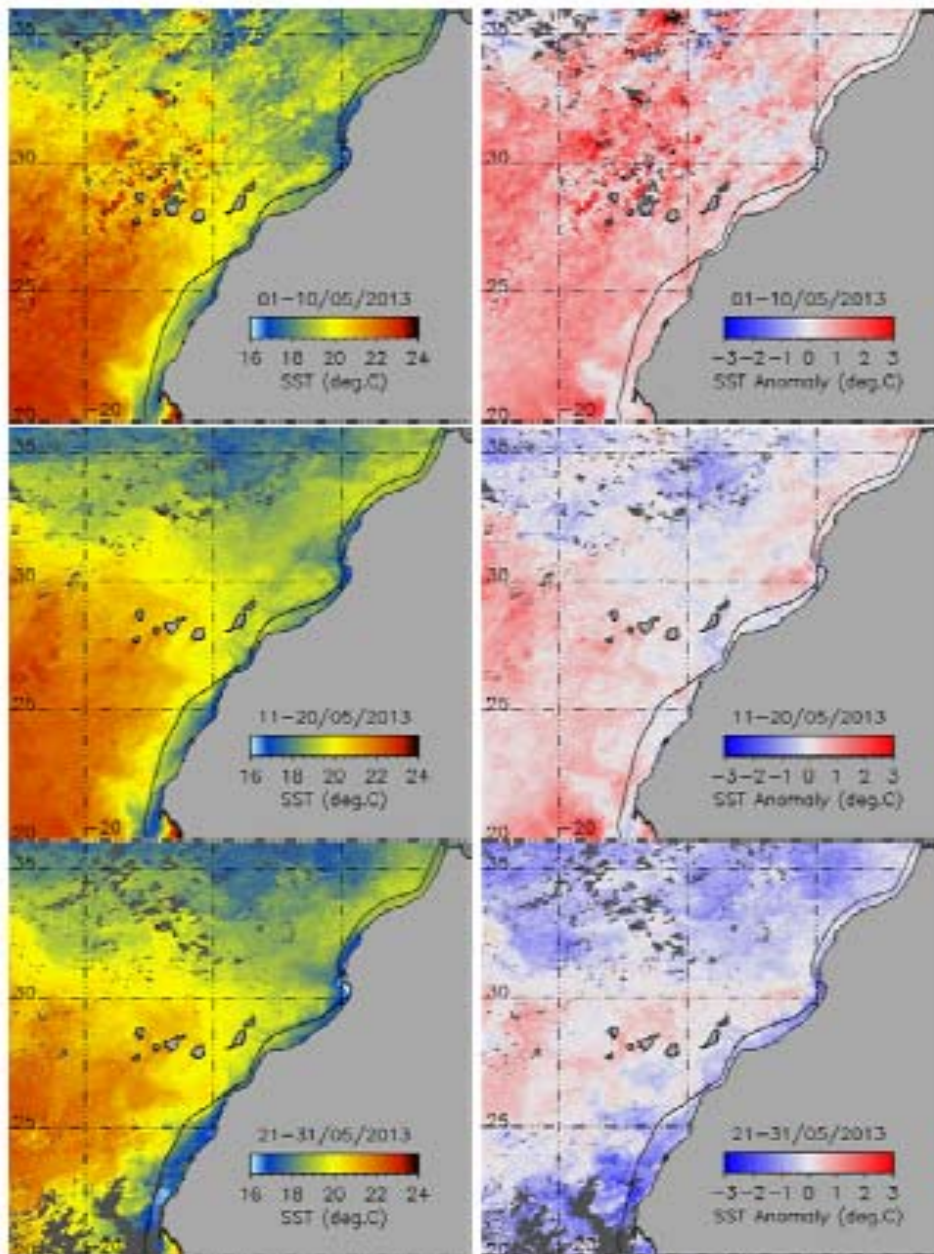
L'année 2012 a enregistré un record dans la température de surface de l'océan au niveau de la côte atlantique marocaine.



Source NOAA

L'Institut National de Recherche Halieutique assure un programme de suivi océanographique, *in situ* et par télédétection spatiale, des écosystèmes marins du pays.

Figure 19: Température de surface de la mer (à gauche) et anomalie saisonnière (à droite) pour le mois de mai 2013, issues du capteur MODIS (Hilmi et al, 2013)



La figure 19 Température de surface de la mer (à gauche) et anomalie saisonnière (à droite) issues du capteur MODIS, moyennées par décade. Les anomalies sont les différences par rapport au décade «moyen» sur la période 2003- 2012. Les zones grisées correspondent aux nuages résiduels (absence d'observation). L'isobathe 200m est indiquée afin de visualiser la bordure du plateau continental.

La côte atlantique marocaine est soumise à l'influence de l'upwelling côtier (terme

anglophone désignant la remontée des eaux froides profondes, riches en nutriments vers la surface de l'océan). Lorsque ces eaux sont ramenées à la surface, les nutriments nourrissent le phytoplancton qui utilise également le gaz carbonique dissous pour sa photosynthèse. Variabilité interannuelle de l'activité de l'upwelling : sur la période 2002-2014, a présenté une tendance vers la baisse durant les années 2004-2007, 2009-2010 et vers la hausse en 2011-début 2012, soit une forte activité du phénomène.

- **2.7.2 Changements de la salinité de surface de la mer**

Les variations de la salinité de surface de la mer sont un des signes pertinents qui permettent de quantifier la variabilité du climat et du cycle de l'eau liée aux variations naturelles et au changement global. La quantification de la tendance linéaire des variations de salinité de surface sur une période suffisamment longue (> 30-50 ans) permet de filtrer les variations naturelles qui apparaissent aux échelles décennales (type Pacific Decadal Oscillation, North Atlantic Oscillation) et/ou interannuelles (type El Niño Southern Oscillation) et seraient à même de biaiser l'interprétation d'une tendance sur une période de temps réduite.

- **2.7.3 Variations du niveau marin**

La hausse du niveau de la mer constitue une menace sérieuse pour de nombreuses régions côtières basses, souvent très peuplées, de la planète. On s'attend à une hausse accrue du niveau de la mer au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle à cause de la dilatation thermique de l'océan, qui se poursuivra, et, surtout, à cause de la fonte des glaces continentales.

Pour la cote atlantique marocaine, la contribution respective de ces différents facteurs à l'érosion du littoral est encore incertaine. Pourtant dans la région de Safi le recul de ligne de côte est bien documenté. Des quartiers menaçant ruine ont été évacués et déménagés à cause des effondrements des maisons exposées aux mouvements de terrains, dus aux risques marins, sur la falaise littorale.

En réponse aux forçages anthropique et climatique, des modèles d'évolution et de vulnérabilité des zones côtières sont des outils d'aide à la décision devenus indispensables pour les responsables politiques en charge de l'aménagement du territoire.

- **2.7.4 Les houles marines exceptionnelles**

Les houles exceptionnelles enregistrées au niveau de la côte marocaine, et plus particulièrement la façade atlantique dans la nuit du 6 au 7 janvier 2014 ont dépassé par endroit les houles-projets pour lesquelles les infrastructures portuaires ont été dimensionnées, ce qui a causé la consignation de tous les ports situés sur la façade

atlantique. Les dégâts causés ont été particulièrement enregistrés au niveau des infrastructures de protection et d'exploitation portuaire qui ont subi des dommages plus ou moins importants.

La Figure 22 ci-après donne un aperçu sur la formation, la direction et l'évolution de la hauteur de la houle le 6 janvier 2014, relevées par les services de la météorologie nationale.

Figure 20: Analyse de la hauteur et de la direction des vagues. Réseau du 06/01/2014 à 00H

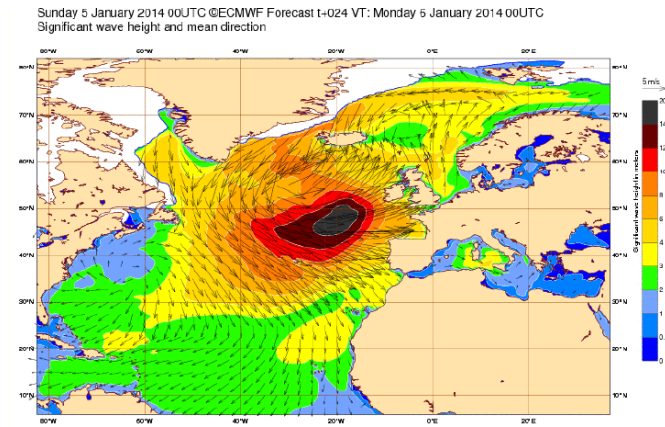


Figure 5: Réseau du 06/01/2014 à 00H - Analyse de la hauteur et de la direction des vagues



- **IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SECTEURS D'ETUDE**

---

Le changement climatique prévu devrait apporter une gamme de défis et d'avantages à la région, où le bien-être économique et social est grandement tributaire de la prospérité et de la viabilité des ressources naturelles, notamment les ressources hydriques, forestières, halieutiques et agricoles, ainsi que de la viabilité du réseau de transport et du système de soins de santé.

- ***3.1 Impacts sur les ressources en eau***

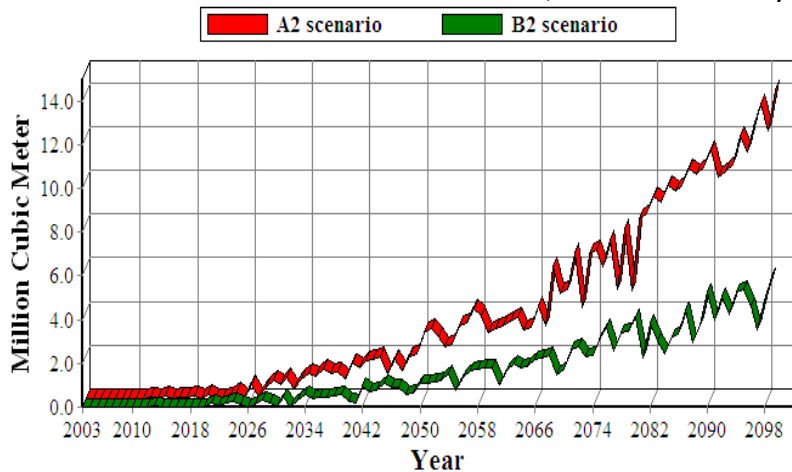
---

La rareté de l'eau douce s'accroît, en raison du réchauffement climatique, de l'augmentation démographique, de l'écart entre les besoins et les ressources disponibles dans plusieurs zones de la Région Marrakech Safi.

La pénurie des ressources en eau est plus un problème lié à l'explosion démographique même si les effets du CC sont loin d'être négligeables.

L'impact du CC peut se décrire en termes de diminution de la ressource disponible par la sécheresse, de hausse du niveau des océans, d'inondations dévastatrices, de très forte évaporation dépassant les 80 % des hauteurs des précipitations,... mais aussi par une augmentation de la demande liée à la démographie qui se traduit par l'augmentation de l'irrigation, l'urbanisation, etc.) . De plus, les impacts des CC sur les ressources en eau auront des effets en cascade sur la santé humaine et sur de nombreuses composantes de l'économie et de la société, vu que divers secteurs dépendent directement de l'eau, comme l'agriculture, l'énergie et le potentiel hydroélectrique, la santé, le tourisme – de même que l'environnement.

Figure 21: Evaluation par le WEAP des besoins en eau dans le bassin de la Rhéraya, sous les scénarios A2 et B2 (Rochdane et al., 2014),



Dans la Région Marrakech Safi, les prévisions prévoient une baisse des ressources en eau allant de - 7,6% à - 8,6 % (scénario pessimiste), à l’horizon de 2020 à - 2,3 % (scénario optimiste) et - 12,8 % (scénario pessimiste), à l’horizon de 2050 et - 7,6 % (scénario optimiste) et - 40,6 % (scénario pessimiste), à l’horizon de 2080 (par rapport à la période comprise entre 1950 et 2002 (Sinan, 2014). La région Marrakech-Safi subirait des baisses moyennes plus importantes. Dans le cas du Haut-Atlas, ces baisses peuvent atteindre 40 à 60 % et que selon un modèle pessimiste A2 (figure 24), la demande en eau ne sera pas satisfaite à la fin du siècle (Rochdane et al., 2014; Rochdane, 2013). A cette baisse est associée une forte croissance de la demande en eau, qui pourrait atteindre, pour la région 1475 Mm³ en 2020 (ABHT, 2014).

Le tableau 1 donne quelques exemples d’impacts liés à l’eau.

Tableau 1 : Risques pour les ressources en eau et d’autres secteurs dus aux changements climatiques

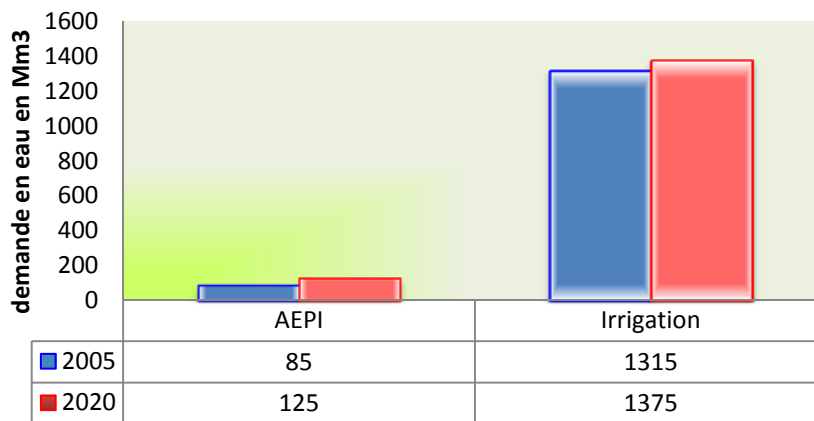
	Ressources en eau	Agriculture, écosystèmes	Santé
<b>Fortes précipitations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inondations</li> <li>▪ Effets néfastes sur la qualité de l’eau de surface ou souterraine dus aux déversoirs d’orage</li> <li>▪ Contamination des sources d’approvisionnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perte de récoltes</li> <li>▪ Érosion des sols</li> <li>▪ Impossibilité de cultiver les terres détrempées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Risque accru de décès, de blessures et de maladies infectieuses, d’affections des voies respiratoires et de maladies de la peau</li> </ul>
<b>Plus grande variabilité des précipitations, y compris aggravation des sécheresses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Changements dans le ruissellement des oueds</li> <li>▪ Extension du stress hydrique</li> <li>▪ Accroissement de la pollution de l’eau en raison de la baisse de la dissolution des sédiments, des nutriments, du carbone organique dissous, des agents pathogènes, des pesticides et du sel, ainsi que de la pollution thermique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dégradation et érosion irréversible des sols</li> <li>▪ Baisse des rendements ou perte de récoltes</li> <li>▪ Mortalité plus fréquente du bétail</li> <li>▪ Destruction des systèmes d’irrigation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Risque accru de pénurie d’aliments et d’eau</li> <li>▪ Risque accru de malnutrition</li> <li>▪ Risque accru de maladies d’origine hydrique et alimentaire</li> </ul>

<b>Hausse des températures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salinisation des aquifères côtiers</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hausse des températures de l'eau</li> <li>▪ Augmentation de l'évaporation</li> <li>▪ Fonte des neiges plus précoce</li> <li>▪ Stratification prolongée des lacs avec diminution de la concentration en nutriments des couches de surface et épuisement prolongé de l'oxygène dans les couches profondes</li> <li>▪ Prolifération des algues réduisant les niveaux d'oxygène dissous dans le plan d'eau et risquant d'entraîner l'eutrophisation et la perte des poissons</li> <li>▪ Modifications des modes de mélange et de la capacité d'autoépuration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Moins d'eau disponible pour l'agriculture, nécessité de recourir davantage à l'irrigation</li> <li>▪ Changements dans la productivité des cultures</li> <li>▪ Changements dans le calendrier agricole</li> <li>▪ Changements dans la composition des espèces, l'abondance des organismes, la productivité, et modifications phénologiques, par exemple migration plus précoce des poissons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Changements dans les maladies transmises par des vecteurs</li> <li>▪ Augmentation du nombre de décès dus aux canicules, et baisse de la productivité personnelle</li> <li>▪ Risque accru de maladies des voies respiratoires et de maladies de la peau dues à l'ozone et au pollen</li> </ul>

(basé sur, IPCC 2007, 2013)

- Une grande variabilité des apports en eau dans le temps, engendrée par la récurrence des périodes de sécheresse qui s'ajoute à la répartition spatiale inégale des ressources en eau dans la région. Les précipitations varient à cet effet entre 800 mm sur les hautes montagnes de l'Atlas de 190 mm à Chichaoua, le potentiel des ressources en eau superficielle utilisable est estimé à près de 877 Mm<sup>3</sup> et variant entre 120 Mm<sup>3</sup> et 2800 Mm<sup>3</sup>.
- Une surexploitation des ressources en eau souterraine accentuée par les cycles de sécheresse qu'a connu le bassin du Tensift. Le déstockage de la nappe du Haouz s'élève à 173 Mm<sup>3</sup> annuellement.
- Des techniques d'irrigation non économes d'eau. L'utilisation de l'eau en agriculture est dominée par l'irrigation traditionnelle; sur les 228 000 ha irrigués dans le bassin, 75% le sont d'une façon traditionnelle et consomment plus de 65% du potentiel mobilisé. Les techniques d'irrigation pratiquées dans ces zones conduisent à des pertes importantes en eau.
- Forte croissance de la demande en eau par les différents secteurs d'activité (irrigation, tourisme, industrie) lié au développement socio-économique de la région et l'augmentation des températures et de l'évapotranspiration moyennes saisonnières. La demande en eau dans la région passera à 14,80 Mm<sup>3</sup>/an à l'horizon 2020

Figure 22 : Demande en eau pour l'irrigation et l'eau potable en 2005 et 2020



- Une dégradation de la qualité des eaux superficielles et les eaux des lacs des barrages, en raison d'une baisse de la dilution de la pollution. Les eaux usées de plusieurs centres et villes de la Région sont rejetées sans traitement dans le milieu naturel. Seuls quelques centres urbains sont équipés de STEP.

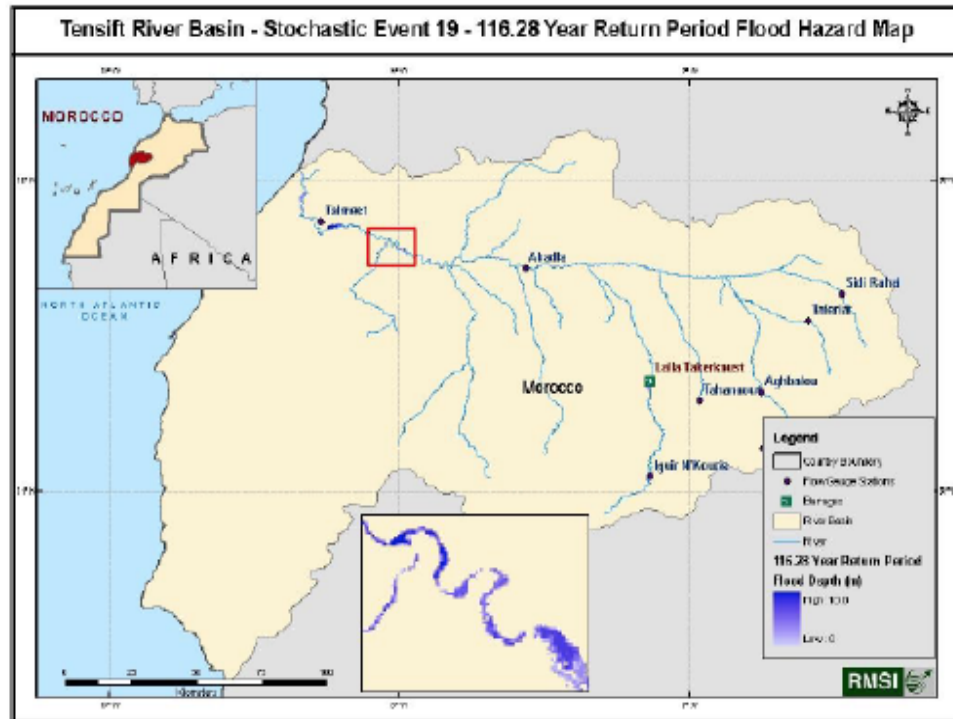
Le changement climatique peut induire également d'autres impacts négatifs :

- Dans le Haut-Atlas, une part, située entre de 16 et 37% de perte des eaux est due à la sublimation (Boudhar, 2009). La fonte prématurée des neiges et le remplacement des chutes de neige par des précipitations pluvieuses du fait de la hausse des températures entraîneront de profonds changements dans la saisonnalité des cours d'eau : leur débit sera plus fort en hiver et au début du printemps, mais plus faible en été.
- **Accroissement des crues:** le risque de crue a tendance à s'accroître dans la région. La fréquence des crues s'est accrue et les dégâts occasionnés par les inondations est le premier risque naturel par l'importance des dommages qu'il provoque, le nombre de communes concernées, l'étendue des zones inondables et les populations résidant dans ces zones. Ce risque concerne la quasi-totalité des communes. Les récentes catastrophes montrent à quel point l'ensemble de la Région Marrakech Safi (MS) est vulnérable, qu'il s'agisse des zones urbaines ou rurales.

Le risque inondation est très présent dans la région MS, notamment dans la partie montagneuse du bassin de Tensift. Le caractère le plus redoutable des crues du Haut Tensift est leur soudaineté. Dans une étude récente de la banque mondiale une approche globale de modélisation a été adoptée pour l'évaluation des risques d'inondation pour le Tensift (Banque Mondiale, 2012.b). Les cartes des risques de débordement des oueds contenant les extensions et les profondeurs d'inondation ont été obtenues pour des événements stochastiques sélectionnés et prenant en compte différentes périodes de retour des crues (2, 10, 25, 50, et 100 ans). La figure 26 représente la carte de risque d'inondation pour le

Tensift événements stochastiques relatif aux crues fréquentes, dont la période de retour est de l'ordre de cent ans

Figure 23 : Carte de risque de débordement de l'oued Tensift pour une période de retour centennale



## Envasement

La réduction de la capacité de stockage des retenues des barrages est associée à une forte érosion à l'échelle du bassin. La dégradation spécifique  $\gamma$  varie de près de 200 t/km<sup>2</sup>/an dans le sous bassin de Rheraya2, 1000 t/km<sup>2</sup> dans le sous bassin du Ksob à plus 3000 t/km<sup>2</sup>/an environ dans le bassin de R'dat. Cette érosion accentue l'envasement des ouvrages hydrauliques ; le barrage Lalla Takerkoust a vu sa capacité de régularisation diminuer de 33 Mm<sup>3</sup> en 28 ans.

En raison de la nature des formations géologiques de surface et des pentes élevées, les bassins versants du R'dat, du Lahr, et de la Tessaout connaissent une érosion intense.

<sup>2</sup>Larhyss/Journal n° 11, Novembre 2012, pp.79-96 Typologie des crues en zone montagneuse, océanique et semi aride. Le cas du bassin versant du Ksob (Haut Atlas occidental, Maroc)

Les dégradations spécifiques évaluées pour cette zone, se situent entre 1000 et 3015 tonnes au Km<sup>2</sup> par an (Tableau 6).

Tableau 6: Dégradations spécifiques des bassins versants de la Province d'Al Haouz (ABHT)

bassin	station	Dégradation spécifique T/km <sup>2</sup> /an
N'Fis	Takerkoust	240
R'dat	Sidi Rahal	3 015
Zat	Taferiat	440
Ourika	-	185
Rhéraya	Tahenaout	700
Lahr	-	185
Tessaout	My Youssef	1 000-2 000

Dans la région atlantique les apports moyens annuels l'oued Ksob sont estimés à 1 800 000 T avec une dégradation spécifique du bassin versant de 1000 T/Km<sup>2</sup>/an (ABHT).

Parmi les nombreuses conséquences de la dégradation des sols, apparaît le problème d'envasement des retenues de barrages et lacs collinaires (Tableau 7). En prenant en compte l'envasement, les barrages perdent 10% de leur capacité de stockage, soit 1,74 milliard de m<sup>3</sup> cumulés jusqu'en 2012 sur les 14 milliards de m<sup>3</sup> de la capacité de stockage globale (MDCEau).

Tableau 7: Envasement moyen annuel de quelques retenues de barrage dans la région Marrakech Safi

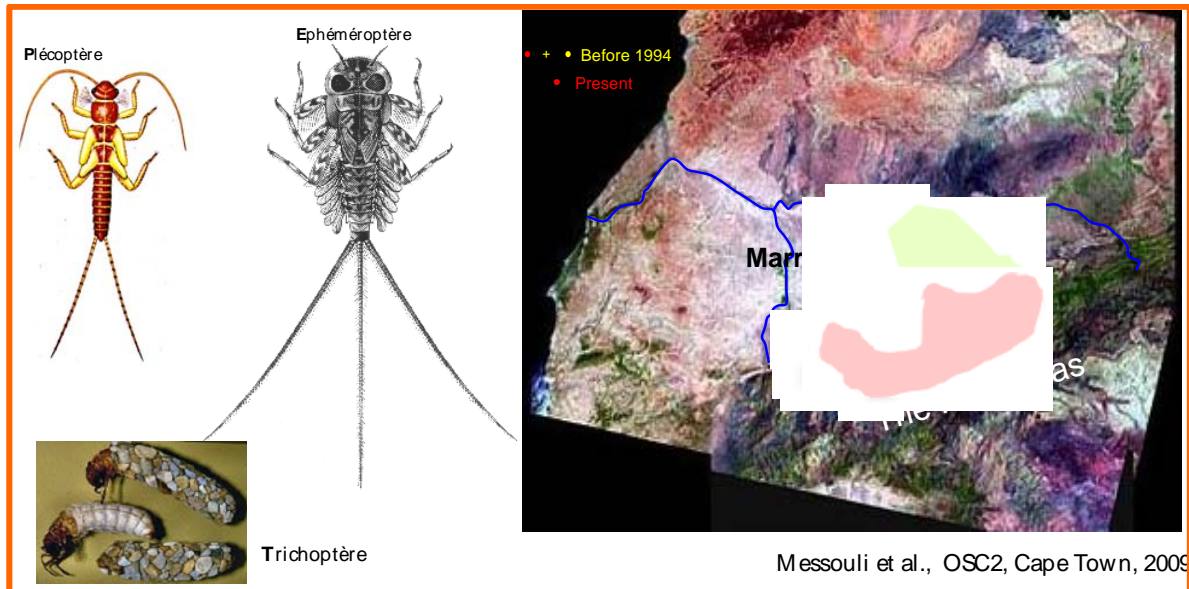
Barrages	Commune	Envasement moyen annuel
Igouzoulen	Targante, Essaouira	35 000 m <sup>3</sup>
El Gagra	Sidi Chiker, Safi	77 000 m <sup>3</sup>
Oulad Abbas	Ras Al Aïn, Safi	9 000 m <sup>3</sup>
Bouhouta	JnaneBouih, Youssoufia	9 000 m <sup>3</sup> /an

L'envasement de la retenue Lalla Takerkoust, bassin du Nfis a atteint : 33 Mm<sup>3</sup> en 28 ans (Limam, ABHT).

L'envasement conjugué à la rareté des précipitations auront des impacts certains sur la production hydroélectrique dans l'avenir et affecteront négativement la disponibilité de l'eau potable. Un autre aspect de l'érosion due aux crues est la quantité de carbone émise dans l'air à cause des volumes impressionnants des sols emportés et du couvert végétal détruit à l'occasion des crues violentes telles que celles survenues en 2010 et 2014. Il n'existe pratiquement aucune donnée à ce sujet.

## La dégradation des milieux humides, cas de l'Ourika

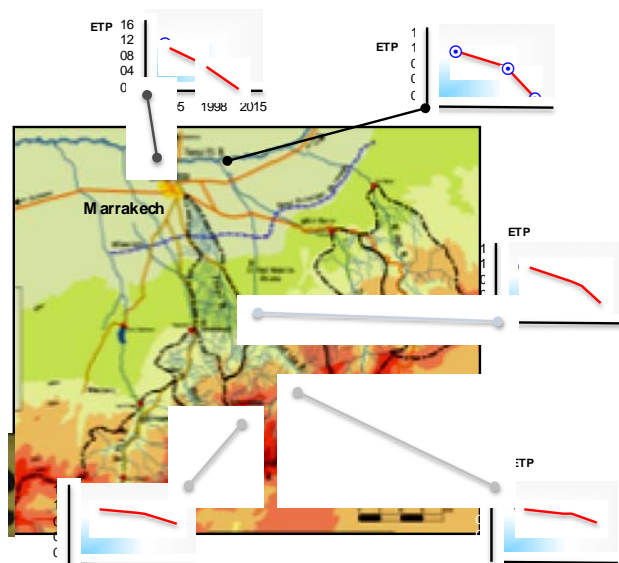
Il existe des preuves tangibles pour la dispersion des taxons dits bio-indicateurs (ex. *Ephemeroptera* - *Plecoptera* - *Trichoptera* (EPT) dans le bassin versant de l'Ourika. Ces macroinvertébrés ont migré vers les altitudes en réponse aux perturbations qui ont touché la partie aval du cours d'eau tels que le changement hydrologique, la violence des crues et vraisemblablement le changement climatique.



Vers l'aval, le Tensift, au niveau de la ville de Marrakech, a perdu près de 90% de sa composante faunistique. La déviation et le captage de l'eau en amont, le rejet des eaux usées dans le cours d'eau ont rendu l'écosystème hyper-pollué.

L'indice ETP calculé pour le haut atlas de Marrakech, depuis 1995, fait ressortir une altération croissante du milieu aquatique, en allant des hautes altitudes (Oukaimeden, Ourika) vers la plaine (Tensift).

### Cas du SIBE de la palmeraie ouest de Marrakech



Le Site d'Intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) du Marais de la Palmeraie de Marrakech est une

zone humide, caractérisée par son aspect oasien. Il est aujourd'hui un symbole témoignant un héritage culturel, et spirituel, de la ville. Ce marais fait partie de la palmeraie de Marrakech qui constitue une aire phoenicicole marginale dans la plaine du Haouz. Le SIBE dispose d'une biodiversité floristique, et faunistique endémique à la région du nord d'Afrique.

Actuellement le SIBE est visiblement en transition vers la désertification. Les habitats ont subi des fragmentations poussées, provoquant une érosion sérieuse de la biodiversité. Les actions conjuguées des activités humaines (feux, affectation du sol et gravats...), et celles du CC (aridité, salinisation...) sont les facteurs responsables de ce changement.

### • **3.2 Impacts sur l'agriculture**

---

L'agriculture a depuis toujours été considérée comme un secteur clé jouant un rôle central sur le plan économique et social du Maroc. La politique des barrages qui a visé la mobilisation et la valorisation des eaux superficielles, a concrétisé son objectif de desservir un million d'hectares de la SAU irrigable.

En contre partie, l'effort du Maroc pour l'adoption de techniques agricoles plus avancées et l'amélioration de la productivité agricole de ces terres en zone bour a été contrecarré par les sécheresses récurrentes et les aléas climatiques. L'agriculture reste la principale utilisatrice de l'eau au Maroc, avec actuellement 89 % des ressources en eau mobilisées du pays, notamment les eaux de surface. Telle que pratiquée actuellement, l'agriculture irriguée est dominée par les techniques d'irrigation gravitaire à faible efficacité (Balaghi et *al.*, 2011). Les impacts des changements climatiques sur le secteur agricole au Maroc se traduiraient par les effets suivants:

- Une baisse sensible des indices de satisfaction en eau des cultures (orge et blé);
- Une baisse des rendements agricoles;
- La chute de la productivité agricole, surtout pour les cultures pluviales et celles pour lesquelles le progrès technologique réalisé est faible ou nul, tels que l'orge, le blé dur, le blé tendre, l'olivier, et les légumineuses alimentaires;
- Le déplacement de l'aire de culture de certaines espèces comme celles qui sont exigeantes en eau (maïs, tournesol, fève, olivier) ou qui seront affectées par la hausse des températures (espèces arboricoles fruitières ayant besoin en froid);
- La perte de fertilité des sols en raison de la baisse de la matière organique des sols et de l'érosion hydrique et éolienne;
- Les cultures irriguées seront aussi affectées en raison de la diminution des ressources en eau mobilisables pour l'agriculture;
- Dégradation des parcours;
- Les productions animales seront affectées (effectifs et production) en raison de la diminution des ressources fourragères cultivées et pastorales;
- Baisse du revenu des agriculteurs;

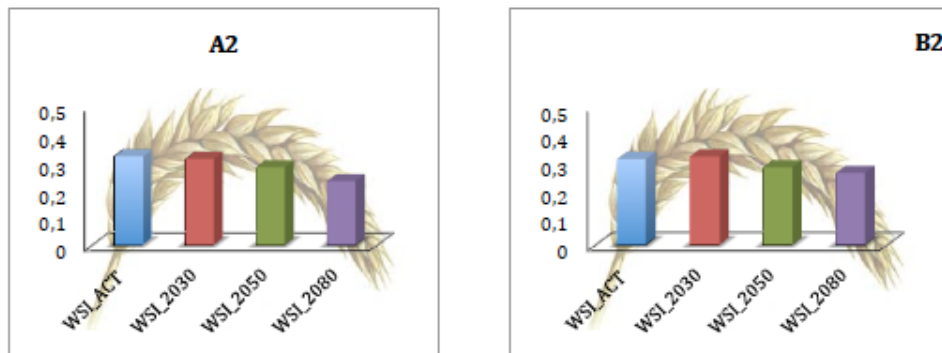


- Augmentation du chômage en milieu rural;
- Augmentation de l'exode rural.

Les impacts futurs du CC sont approchés à travers l'indice de satisfaction en eau. Quelque soit le scénario (Figure 27 et Tableau, 8), l'impact est évident. L'adaptation est indispensable.

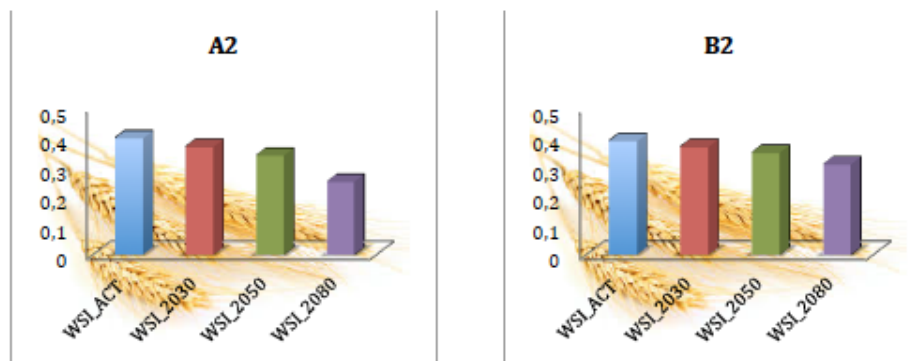
Figure 24 : évolution de l'indice de satisfaction en eau sous les scénarios A2 et B2 de l'orge et du blé dans le bassin de Tensift pour les horizons 2030, 2050 et 2080

Evolution de l'indice de satisfaction en eau sous les scénarios A2 et B2 de l'orge pour le bassin Tensift



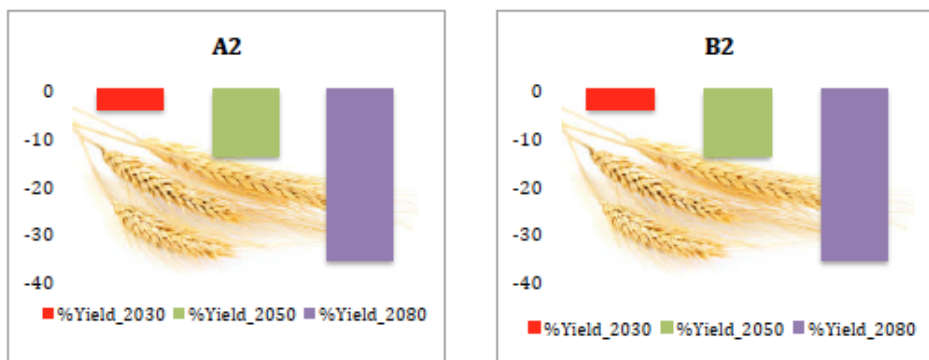
Source : Seconde Communication Nationale du Maroc

Evolution de l'indice de satisfaction en eau sous les scénarios A2 et B2 du blé pour le bassin Tensift



Seconde Communication Nationale du Maroc

Changement relatif du rendement agricole du blé en % dans le Tensift sous les scénarios A2 et B2



Seconde Communication Nationale du Maroc (Modifié)

L'agriculture représente donc un secteur très vulnérable vis-à-vis de la variabilité et du changement climatique par son envergure territoriale, par sa forte empreinte hydrique et par ses enjeux socioéconomiques majeurs. Cependant, l'adaptation aux changements climatiques est possible et elle passe obligatoirement par le progrès technologique (amélioration des rendements agricoles en conditions arides et semi-aride, l'irrigation (gestion de l'eau au niveau de la parcelle agricole, du bassin versant et de la région) et l'utilisation des terres selon leur vocation agricole.

Tableau 8: Synthèse des impacts des changements climatiques à l'échelon du bassin de Tensift sur l'agriculture

	2020	2050	2080
<b>Blé</b>	Les rendements enregistreront une légère baisse ne dépassant pas -5% selon A2 et -4% selon B2. Les besoins en eau d'irrigation : les modèles annoncent des stress bien marqués au niveau du BV de, Tensift. Cependant, par rapport aux apports actuels, les besoins futurs restent stationnaires.	Le rendement du blé enregistrera une tendance à la baisse voisine de -10%. Au niveau de l'irrigation, le blé nécessitera un complément en eau au niveau des BV Tensift.	Le bilan hydrique du blé présentera un déficit. La pratique du blé en irrigué nécessitera une mobilisation +58 mm à Tensift selon le scénario A2. Le scénario B2 exigera une quantité supplémentaire de 45 mm sur le Tensift.
<b>Orge</b>	L'orge connaîtra une réduction insignifiante des rendements : la baisse ne dépasse pas -4% selon le scénario A2 et elle est quasi nulle à légèrement positive selon le scénario B2	Le scénario A2 prévoit une chute des rendements dépassant -10% sur le Tensift. Le scénario B2 annonce une baisse moins sévère	Pour le scénario A2, il y'aurait à une baisse de -28% dans les rendements

## **Impact de la sécheresse sur l'agriculture**

Les figures 28 et 29 illustrent la production végétale durant les campagnes agricoles de 1999 à 2015; concernant trois céréales par structures (DPA et ORMVAH) pour les provinces: Al Haouz; Chichaoua; El Kalaa; Essaouira; Marrakech et Rehamna. Cette production végétale concerne les filières: Céréales; Produits: Blé dur, Blé tendre, Orge; Variantes: Conduite (Bour, Irrigué). Indicateurs: Superficie (ha); Production (Tonnes).

Les figures 28 et 29 correspondent aux cartes produites relatives au suivi spatiotemporel de la sécheresse météorologique par SPI TRMM et au suivi de la sécheresse agricole à travers le SVI.

L'indice de sécheresse agricole, a été calculé en fonction de la production totale par province au cours des 15 dernières années pour trois céréales : Blé dur, blé tendre, orge (Fig. 30. La figure 31 se limite à la production pour ces mêmes céréales et pour la même période dans les zones irriguées, alors la figure 32 renseigne sur la production annuelle uniquement dans les zones non irriguées dites "bour".

Figure 25: Suivi spatiotemporel de la sécheresse météorologique par SPI TRIMM pour la Région Marrakech Safi

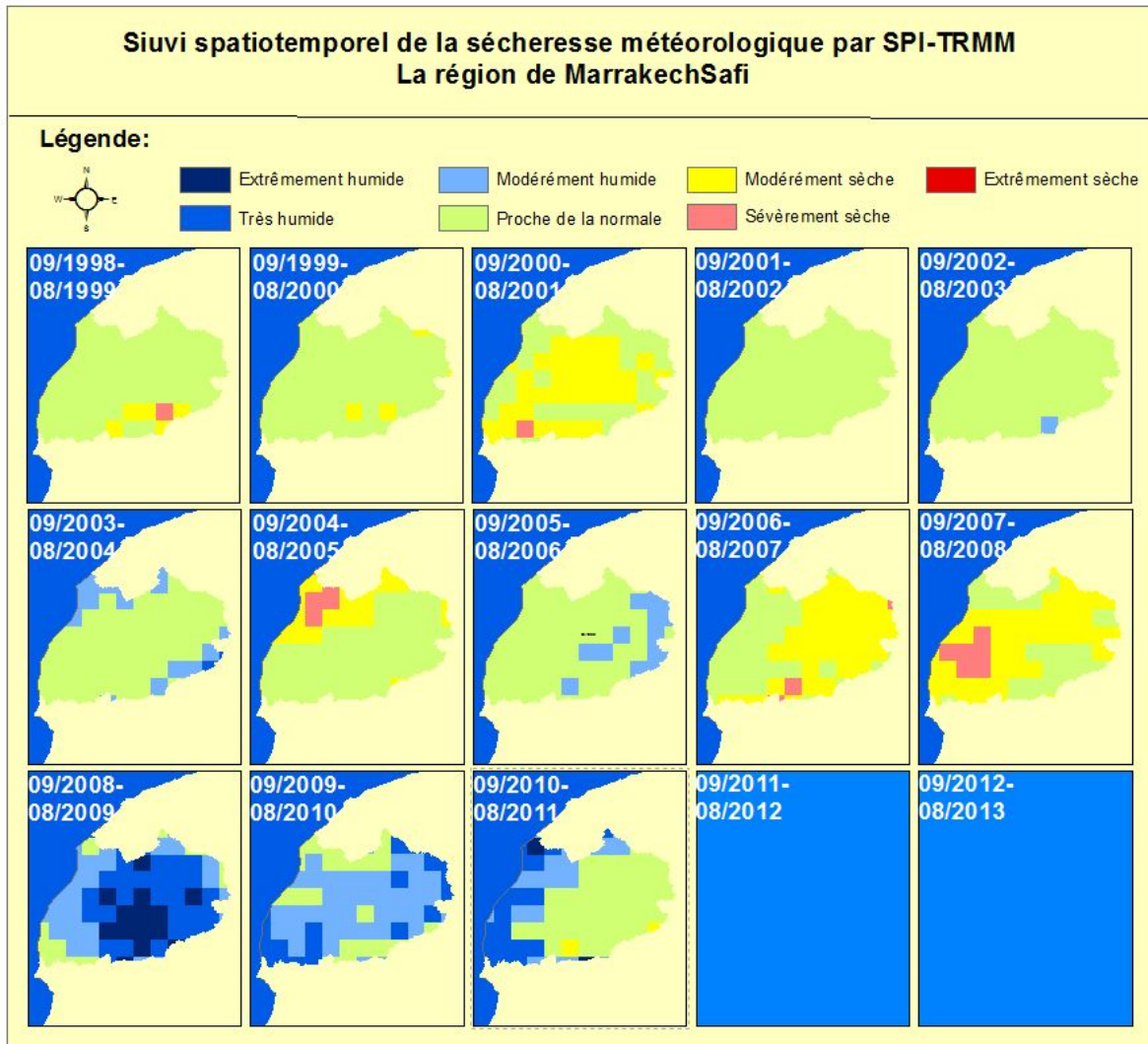


Figure 26: Suivi de la sécheresse agricole à travers le SVI, région Marrakech Tensift

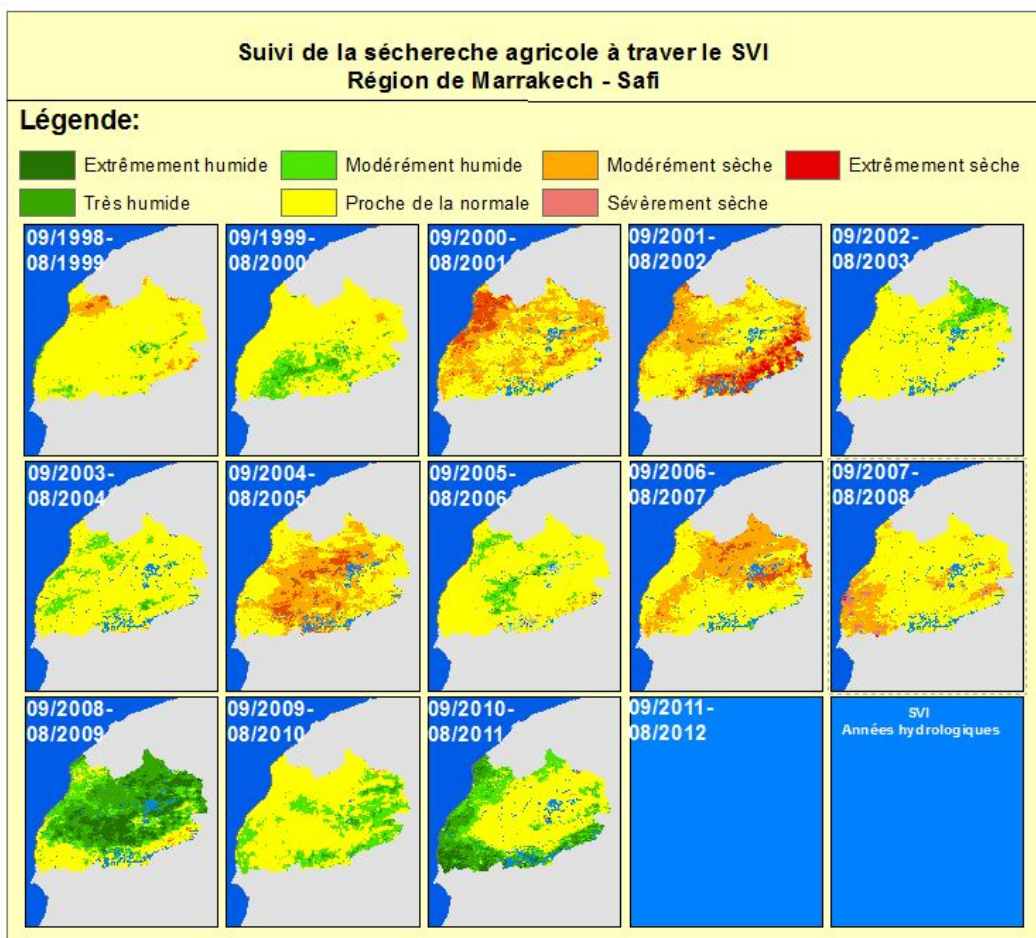


Figure 27 : Indice de sécheresse agricole, calculé en fonction de la production totale par province au cour des 15 dernières années de trois céréales (Blé dur, blé tendre, orge).

	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
PR AL HAOUZ	-0,77	-0,27	1,46	1,79	0,93	2,86	0,46	0,38	2,81	1,39	1,14	1,19	1,40	1,24	3,11
PR CHICHAOUA	-0,83	-0,34	0,95	1,08	0,30	2,63	0,23	0,48	3,54	1,85	1,10	0,26	1,36	0,33	2,21
PR ESSAOUIRA	-1,17	0,05	1,25	2,05	0,76	3,22	0,27	0,07	2,65	1,60	1,65	0,52	2,03	0,28	2,45
PR MARRAKECH	-1,31	-0,87	0,41	-1,26	0,84	0,25	-1,49	0,85	0,73	-0,25	-0,11	0,45	-0,22	2,26	-0,29
PR EL KELAA DES SRAGHNA	-1,17	-0,27	1,61	1,67	0,29	1,15	0,20	0,49	3,98	2,08	1,71	0,90	1,44	0,76	2,15








 extrêmement humide	 modérément sèche
 Modérément humide	 sévèrement sèche
 Très humide	 extrême ment sèche
 Proche de la normale	

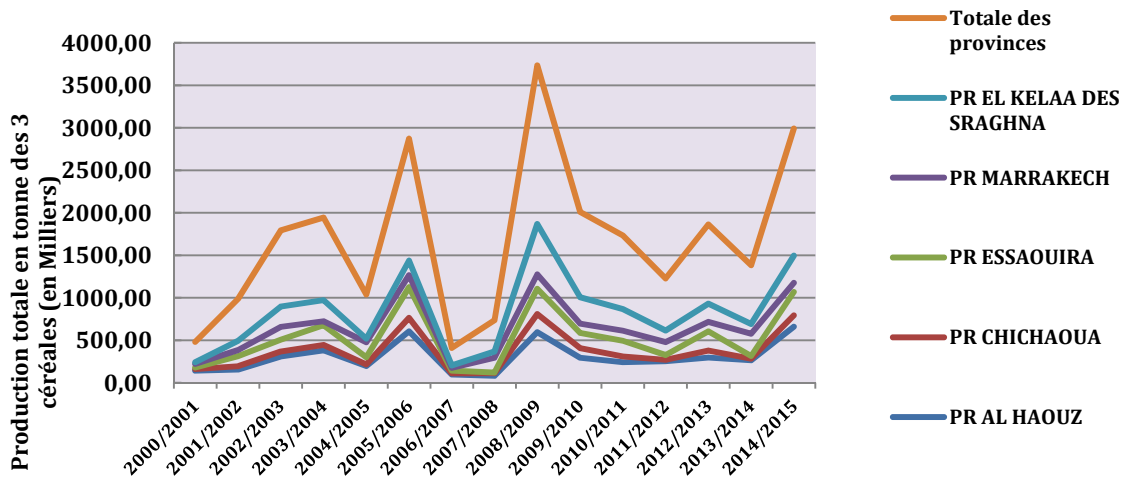
Figure 28 : Indice de sécheresse agricole, calculé en fonction de la production des 3 céréales (Blé dur, blé tendre, orge) dans les zones irriguées par province, au cours des 15 dernières années

	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
PR AL HAOUZ	-1,46	-1,41	0,86	1,55	0,06	0,31	1,00	1,06	1,21	0,24	0,43	0,23	0,04	0,29	1,63
PR CHICHAOUA	-0,58	-0,76	0,42	0,00	0,00	2,16	0,00	0,03	0,01	2,87	1,86	0,12	0,29	0,04	0,12
PR ESSAOUIRA	-0,59	-0,30	0,60	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PR MARRAKECH	-1,06	0,64	0,48	0,08	0,98	2,76	-0,75	-0,74	0,90	0,98	0,71	0,10	0,00	0,18	0,43
PR EL KELAA DES SRAGHNA	-1,08	-0,37	1,38	3,89	0,67	0,69	0,45	0,16	1,98	1,91	2,15	1,21	1,08	1,06	0,22

Figure 29 : Indice de sécheresse agricole, calculé en fonction de la production des trois céréales (Blé dur, blé tendre, orge) dans les zones "bour" par province, au cours des 15 dernières années

	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015
PR AL HAOUZ	-0,35	0,14	1,70	0,74	0,33	3,23	0,15	0,07	2,60	0,90	0,37	0,09	1,08	0,03	2,83
PR CHICHAOUA	0,69	0,40	0,03	1,17	0,33	1,83	0,25	0,51	3,81	0,66	0,32	0,03	1,33	0,03	2,32
PR ESSAOUIRA	-1,27	0,04	1,23	2,39	0,09	2,42	0,32	0,08	3,08	1,86	1,92	0,00	2,36	0,02	2,86
PR MARRAKECH	0,81	0,57	0,00	1,24	1,23	0,95	1,11	1,14	0,32	0,66	0,41	0,07	0,21	2,28	0,09
PR EL KELAA DES SRAGHNA	0,92	0,40	1,31	0,42	0,07	1,05	0,05	0,00	3,78	1,65	1,14	0,57	1,23	0,07	2,37

Figure 30: Evolution de la production totale du blé dur, blé tendre et orge dans les zones "bour" et irriguées au cours des 15 dernières années par campagne



Le suivi spatiotemporel agricole à travers l'indice de production standardisé dans la région Marrakech Safi pour la période 2005-2015 (Figure 33) ne montre aucun cas de sécheresse extrême.

Figure 31 : Suivi spatiotemporel agricole à travers l'indice de production standardisé dans la région Marrakech Safi pour la période 2005-2015

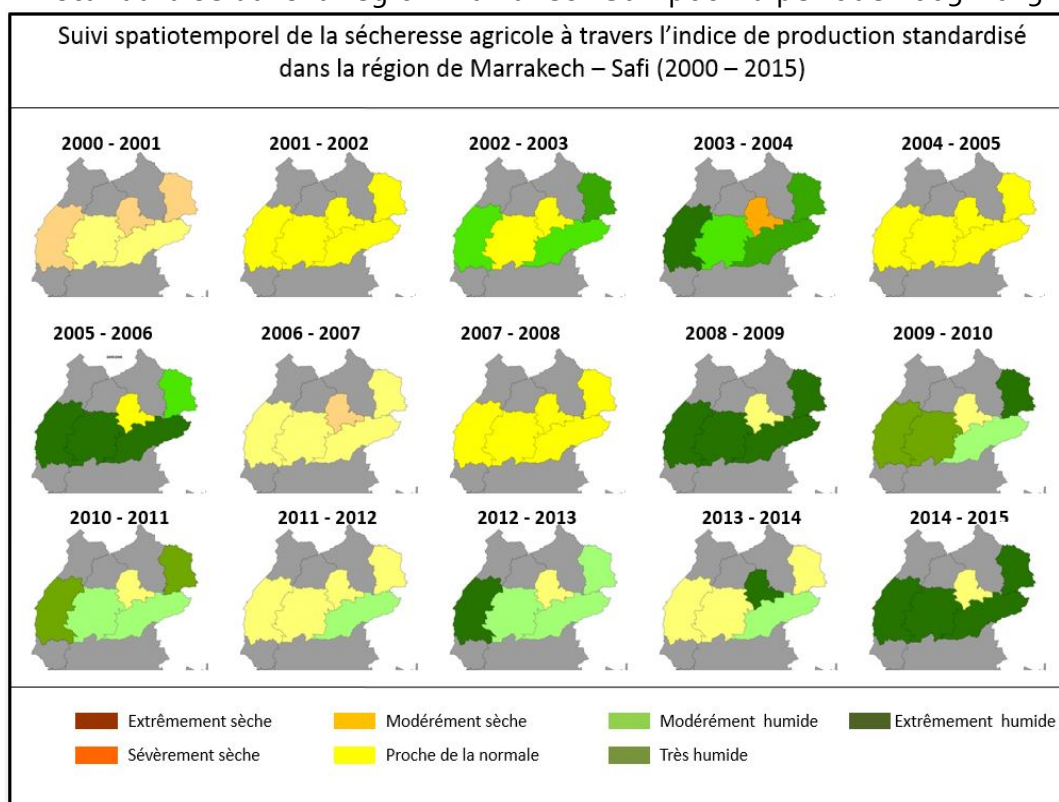


Figure 32 : Evolution de la production du blé dur, blé tendre et orge dans les zones «bour» de la région de Marrakech - Safi au cours des 15 dernières campagnes

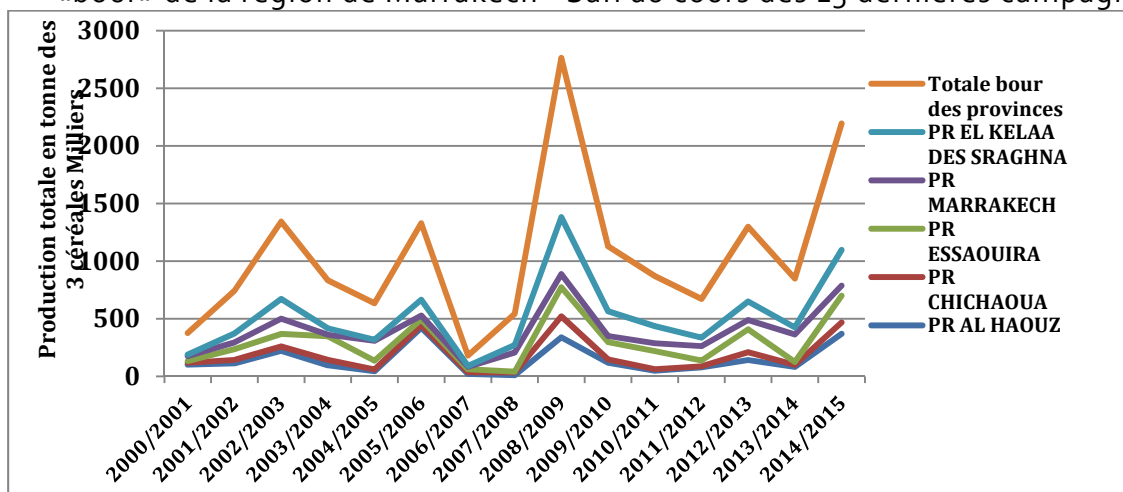
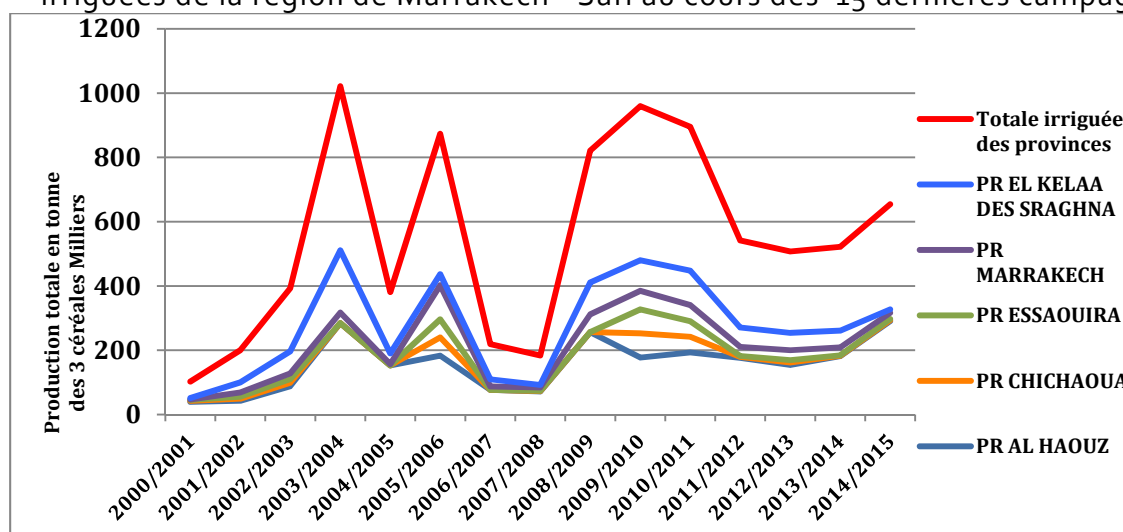




Figure 33: Evolution de la production du blé dur, blé tendre, orge dans les zones irriguées de la région de Marrakech - Safi au cours des 15 dernières campagnes



### Impact des inondations sur l'agriculture

Les pluies diluviennes du mois de novembre 2014 accompagnées de vents qui se sont abattues sur le périmètre agricole ont causé des dommages préjudiciables à la campagne agricole 2014-2015. Dans l'ensemble, ce sont en effet quelques 90.000 ha constitués de céréales et de cultures maraichères et fourragers qui ont été dévastées par ces inondations. En outre, les intempéries ont lourdement endommagé les systèmes d'approvisionnement en eau des éleveurs en aliments de bétail, l'infrastructure hydro-agricole existante ainsi que certaines routes et pistes rurales de la région.

Un exemple de dégâts, sur l'agriculture, causés par les inondations du mois de novembre 2014 dans la province d'Essaouira est donné au Tableau 9.

Tableau 9: Impact des inondations du mois de novembre 2014 sur l'agriculture des communes de la province d'Essaouira

Dégâts causés	Lieux
1 veau 3 groupes motopompes 2,5 tonnes d'orge 1,5 tonnes fruits d'arganiers (Afiache) destruction d'un dépôt de paille (6m x 3m)	Douar oulad Lahcen CR Sidi El Jazouli Caidat Smimou Cercle Tamanar
4ha, 120 oliviers et 25 caroubiers emportés par les eaux de l'oued ouaazis	Douar Agadir CR Bouzemour, CidatTament
40 oliviers emportés par les eaux de l'oued Ouazis	Douar Ait Yahya CR Bouzemour, CidatTament

15 oliviers emportés par les eaux de l'oued Ouazis	Douar Ait Ikteb CR Bouzemour, CidatTament
1ha de cultures maraichères	Douar Ait Baali CR Bouzemour, CidatTament
2ha de cultures maraichères	Douar Taguert CR Bouzemour, CidatTament
Remblaiement de la source d'eau	Douar Ain Tamkkadout CR Bouzemour, CidatTament
8 ha inondés par oued et submersion mer	Lit de l'oued Igouzelen CR Tafedna, CaidatSmimou Cercle Tamanar
Destruction d'une séguia en dur	Douar Tagaouawter CR Zaouite, CaidatBizdad, Cercle Tamanar
1050ha inondés –céréales, luzerne, et cultures maraichères-	A travers territoire de la province
1400 plantations d'oliviers caroubiers et arganiers	A travers territoire de la province
1 tracteur –moteur à gasoil, pompes	A travers territoire de la province
1500 ml de matériel d'irrigation – tuyaux, gouteurs, PVC-	A travers territoire de la province
Canaux d'irrigation	Ait Bayoud, Ain Lahjar, Tyout, Sidi Abdeljalil et Maramer

Données fournies par la DPA

Dans la Région d'Al Haouz, les inondations de 2014 ont détruit 740 ml de séguia dans la vallée du Zat et 400 ml dans celle de l'Ourika. Le coût total occasionné par ses crues a été estimé à 6188000,00 Dh (ORMVATH).

### **Impact des CC sur l'offre (terres agricoles) et la demande (produits alimentaires)**

- **Indice de vulnérabilité**

L'impact du CC sur la production des écosystèmes est évalué à travers un indice de vulnérabilité (VI) (Rochdane, 2013; Rochdane et al., 2014).

L'étude procède à une combinaison de données satellitaires, socio-économiques et des enquêtes sur le terrain pour explorer la relation entre la demande et l'offre en produits alimentaires (viande, lait, légumes, fruits,) et en bois y compris le papier et la fibre de bois, exprimés en termes de production primaire nette (PPN).

L'indice de vulnérabilité (VI) a été défini comme le rapport entre la PPN requise pour soutenir l'appropriation humaine en produits alimentaires et en bois, comprenant la fibre et le papier (PPN-requise), et la PPN terrestre totale produite par les écosystèmes et disponible (PPN-offre), exprimée en grammes de carbone,

$$VI(D, S) = \frac{D(P_t, P_d, T_e, A_f)}{S(T, P)}$$

où D représente la demande et S l'offre (Supply);  $P_t$  correspond à la population totale,  $P_d$  la distribution de la population (urbaine ou rurale),  $T_e$  est un indicateur de développement technologique et  $A_f$  l'affluence. S représente la production primaire nette des écosystèmes, T est la température et P les précipitations et représentent des indicateurs de changement du climat. Ce ratio n'est pas applicable sur les régions non productives telles que les zones désertiques où la PPN est nulle.

- ***Évaluation de la situation actuelle***

Figure 34 : Spatialisation du total annuel en: (A) PPN-requise et (B) PPN-offre

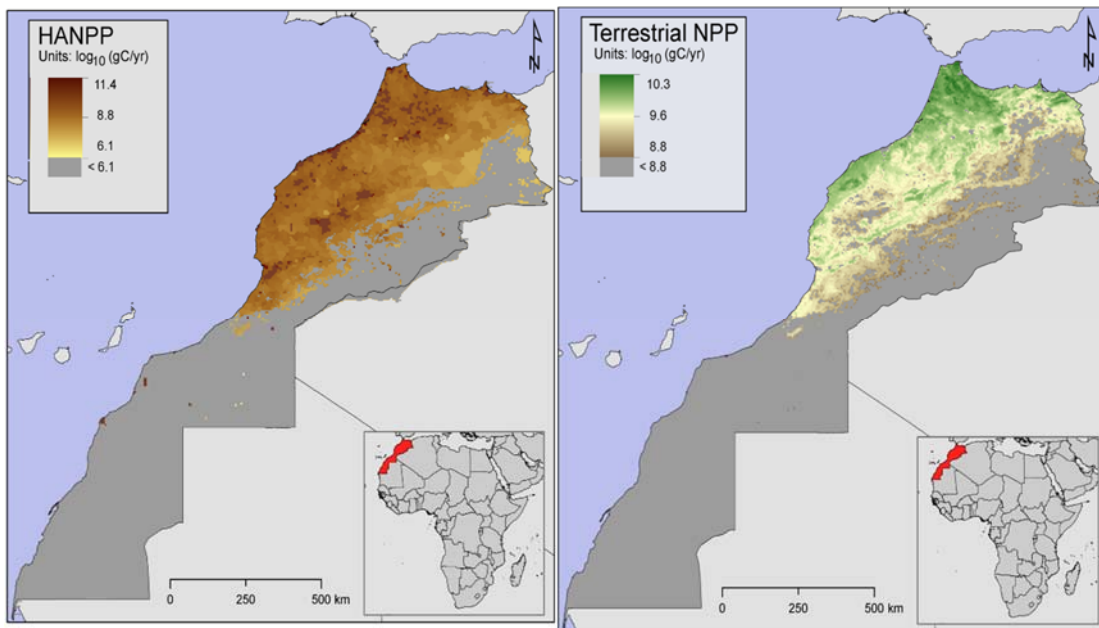


Figure 35 : Carte de vulnérabilité montrant le rapport entre l'offre et la demande exprimé en PPN

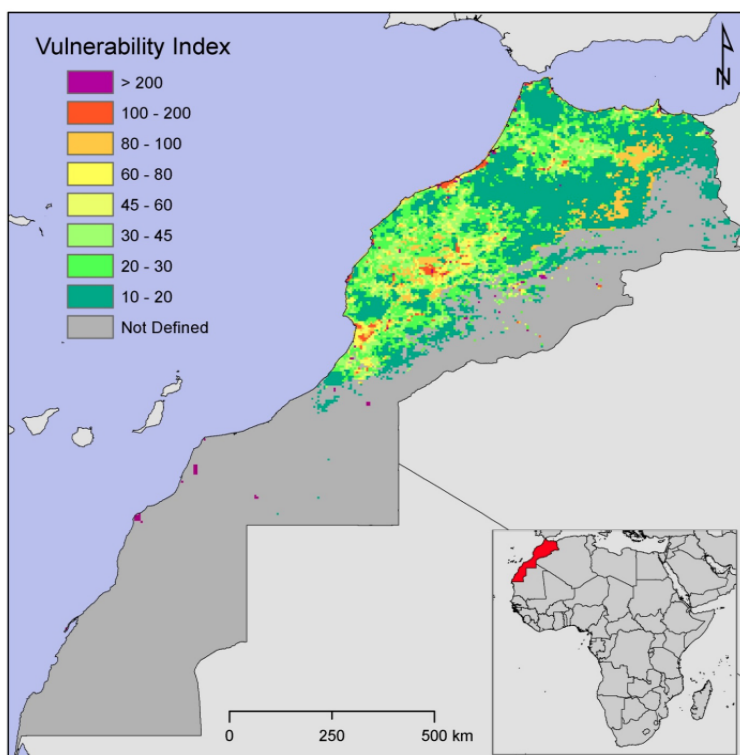


Tableau 10 : Evolution de la PPN requise et offre pour les produits alimentaires et les produits en bois pour les années 2000, 2003, 2005 et 2007 en MTC.

Produits alimentaires	2000	2003	2005	2007
PPN-requise	18,08	19,26	20,22	21,24
PPN-offre	22,23	23,79	19,50	22,17
Demande/Offre (%)	81,31	80,98	103,68	95,83

Le tableau 10 indique que la PPN-demandée pour les produits alimentaires représente plus de 80% de l'offre pour toutes les années étudiées, mais ne dépasse pas les 100%, sauf pour l'année 2005 où elle a atteint 103,7%. 2005 a été une année sèche au Maroc, la production nationale de céréales a été réduite de près de moitié au cours de cette année (Balaghi, 2012). Ceci représente un niveau élevé de vulnérabilité et conduit à la spéculation que si la population augmente ou les conditions climatiques se dégradent, l'équilibre peut être déstabilisé de manière à augmenter l'insécurité alimentaire, si aucune mesure n'est prise afin d'atténuer ou de s'adapter aux conditions futures.

## Evolution future plausible

Tableau 11 : Projections de la PPN-offre pour 2015, 2020 et 2025 en MTC, sous les scénarios A2 et B2. (Rochdane *et al.*, 2014).

Biomes	PPN Observée		PPN Projetée					
	2007	2015		2020		2025		
		A2	B2	A2	B2	A2	B2	
Terres boisées	2.9500	2.9528	2.9531	2.9553	2.9560	2.9579	2.9589	
Terres agricoles	Céréales	2.6920	2.6427	2.6493	2.5944	2.6073	2.5469	2.5659
	Terres cultivées	19.4740	18.849	18.872	18.243	18.289	17.658	17.724
Autres classes	35.1220	34.659	34.745	34.204	34.373	33.756	34.007	
Total	<b>60.2390</b>	<b>59.103</b>	<b>59.219</b>	<b>57.997</b>	<b>58.225</b>	<b>56.919</b>	<b>57.256</b>	

Le biome 'Terres boisées' inclue les classes MODIS (Evergreen Needle leaf trees, Evergreen Broad leaf trees, Deciduous Broad leaf trees, Mixed trees et 50% de la classe Woody savannas); le biome 'Terres agricoles' inclue les classes MODIS (Croplands and Cropland/Natural Vegetation Mosaic et la classe des céréales); le biome 'Autres classes' inclue les classes MODIS (Closed Shrublands, Open Shrublands, Savannas, Permanent Wetlands, Urban and Built-Up, Barren or Sparsely Vegetated et 50% de la classe Woody savannas).

Les produits alimentaires (céréales et terres cultivées) peuvent subir une baisse importante. Sous B2, les céréales peuvent perdre 0,0427 MTC en 2015 et 0,1261 MTC en 2025. De même, la perte de productivité des terres cultivées peut atteindre 0,6020 MTC en 2015 et 1,750 MTC en 2025 soit 9% comparée à l'année de référence 2007. En outre, comparée à 2007, et comme prévu, la PPN diminuera davantage sous A2 que sous B2.

- **Impacts attendus**

Selon cette étude la situation future plausible tend vers une augmentation prévue de la demande associée à une diminution de l'offre sous les deux scénarios A2 et B2. Par conséquent, afin de réduire la vulnérabilité et d'assurer une sécurité alimentaire face au CC, la production alimentaire au Maroc doit subir une transformation, la population doit être sensibilisée à une consommation plus responsable (conservation de la biodiversité, gestion rationnelle des écosystèmes ...etc.) et une stratégie de développement technologique doit être mise en place ; ainsi, on pourra peut-être palier partiellement aux impacts des CC et de la croissance démographique.

Pour illustrer cela, une analyse de sensibilité montrant l'évolution de la PPN requise et offerte en fonction des variations de la population (P), l'affluence (A), la technologie (T) et le climat (C) est présentée dans le tableau 12.

Tableau 12 : Analyse de sensibilité montrant la PPN-requise et offerte en MTC à l'horizon 2025 en fonction de la population (P), l'affluence (A), la technologie (T) et

Combinaison	P	A	T	C	A2		B2	
					D	O	D	O
1	↑	-	-	-	37.06	-	33.57	-
2	-	↑	-	-	59.50	-	36.83	-
3	-	-	↑	-	28.73	-	28.30	-
4	-	-	-	↑	-	56.92	-	57.26
5	↑	↑	↑	↑	71.58	56.92	39.53	57.26
Indice de vulnérabilité (VI) pour 2025					<b>125.75</b>		<b>69.05</b>	

seulement 57 et 62%, respectivement. Si la PPN-requise a été fournie exclusivement par les terres agricoles et les terres boisées actuelles, le VI atteindra 309% sous A2 et 170% sous B2 en 2025. Ces deux scénarios représentent les deux extrémités de l'évolution climatique et socio-économique potentielle au Maroc.

### • **3.3 Impacts sur la Forêt et la biodiversité**

**Secteur forestier:** A court terme, les gains de productivité liés à la fertilisation carbonée pourraient contrebalancer, en partie au moins, les pertes possibles liées au dépérissement, à la sécheresse, aux incendies ...etc. A moyen et long terme, les impacts devraient être importants. Pour les feux de forêts, l'aléa devrait s'aggraver dans les territoires déjà exposés et se propager vers le nord (et en altitude).

**Biodiversité:** des signes de modification de la biodiversité en raison du CC sont déjà observables. Ces ordres de grandeurs montrent qu'il existe une perte économique à moyen terme à la diminution ou à la disparition de certains services de production et de régulation

des écosystèmes. C'est pourquoi, la préservation d'écosystèmes naturels choisis peut constituer une action d'adaptation en tant que telle.

En raison de son double rôle de puits et de source de carbone, la forêt se trouve, également, au cœur des débats internationaux sur le changement climatique. La forêt est un élément central de la diversité floristique et faunistique du pays. Elle recèle des ressources génétiques précieuses pour la Région. Outre son rôle de refuge pour la biodiversité, la forêt marocaine contribue à l'équilibre du bilan hydrologique global du pays et à la lutte contre l'érosion.

Des efforts importants sont déployés par les pouvoirs publics pour la préservation et le développement durable de la ressource forestière.

Cependant, celle-ci se trouve menacée par l'exacerbation de la pression anthropique et naturelle :

- Au niveau des pressions anthropiques, outre les surcharges pastorales et les situations délictuelles de coupe d'arbres et de provocation d'incendies, il y a lieu de citer les besoins croissants en matière de foncier, à la fois agricole et urbain, ainsi qu'en termes d'espaces de récréation et de loisirs. La satisfaction de ces besoins risque de s'opérer au détriment du domaine forestier.
- Les contraintes climatiques que subissent les forêts, à travers l'irrégularité des précipitations et la hausse des températures, s'aggraveront au regard de la montée de l'aridité. Le rythme de ces dérèglements climatiques, tels que prévus par le scénario A2 du GIEC, dépasserait la capacité naturelle d'adaptation de la forêt.

Les écosystèmes forestiers forment dans la région de Marrakech-Safi un pilier important de l'assise socio-économique et procurent à la population riveraine toute une gamme de services environnementaux. Cependant, cette ressource inestimable est sujette ces dernières années à plusieurs contraintes essentiellement anthropiques et environnementales. Parmi les contraintes anthropiques nous avons le surpâturage, les prélèvements excessifs du bois, les défrichements pour l'installation des cultures et l'urbanisation. A cette forte pression humaine et pastorale s'ajoutent d'autres contraintes environnementales dont essentiellement l'aridification du climat. Cette aridification s'accroîtra dans le futur ce qui aura des conséquences néfastes sur les écosystèmes forestiers de la région, déjà fragilisés, en raison de la pression accrue sur ses ressources.

Tous les modèles mènent à la conclusion que le climat dans toute la région connaîtra de profondes modifications qui se manifesteront essentiellement par une hausse de la température, une perturbation des régimes des précipitations, des périodes de sécheresses fréquentes et une diminution de la durée de l'enneigement dans les régions montagneuses. En conséquence, la photosynthèse diminuera durant les périodes chaudes et la croissance et la production seront ainsi ralenties. De plus, les sécheresses prolongées et les périodes de

chaleur vont augmenter les risques d'incendies forestiers. Dans les milieux très secs, la désertification pourra s'accélérer. Les peuplements forestiers affaiblis par la sécheresse seront sujets à l'augmentation des risques biotiques. Des changements dans l'aire de répartition des populations d'insectes sont prévisibles.

Du rapport de l'ACC sur le système de suivi et d'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique (Mai 2014), nous avons retenus huit impacts potentiels les plus pertinents des changements climatiques sur le secteur forêts/Biodiversité dans la région. Ces impacts sont :

**- Augmentation des risques de feux de forêt naturels et des superficies incendiées.**

Tous les modèles prévoient que les changements climatiques feront augmenter les incendies de forêt en fréquence et en superficie. Il en est de même de la saison des incendies qui connaîtra un allongement ce qui se traduit par un prolongement général de la période de vulnérabilité aux incendies de forêt. En effet, la hausse des températures, la diminution de l'humidité de l'air et des précipitations, des sécheresses estivales intenses auront un impact sur la diminution de la teneur en eau des végétaux et donc sur l'augmentation de leur inflammabilité et leur combustibilité.

L'analyse des données a montré que par le passé les feux de forêts est un phénomène très présent et récurrent dans la région d'étude et dont la fréquence est très variable d'une année à une autre. De ces données, nous pourrions dégager que dans la région, les années 2004/2005 et 2009/2010 et 2011 dans la province d'Essaouira ont montré le nombre de foyers de feux de forêt déclarés ainsi que les superficies incendiées les plus élevées. Cette situation paraît être liée en partie à ce que ces années étaient très sèches ce qui a augmenté le risque d'incendies. Les données ont montré également que l'été constitue généralement la saison où le nombre de foyers d'incendies est le plus élevé (saison à risque).

La majorité des incendies déclarés dans la région étaient d'origine anthropique et que les conditions climatiques n'ont été qu'un facteur aggravant.

**- Modification de la biodiversité (diminution ou extinction de certaines espèces et introduction de nouvelles espèces).**

De nombreux experts s'accordent à dire que les répercussions des changements climatiques pourraient entraîner une perte ou fragmentation de l'habitat et par conséquent, l'accroissement des risques d'extinction de certaines espèces plus particulièrement celles endémiques et menacées. A l'échelle de la région, très peu de données sont disponibles sur cette interrelation. Les observations disponibles à l'échelle nationale sur l'état de conservation des zones humides entre 2000 et 2010 (Rapport national sur la biodiversité, 2014) ont mis en exergue l'étroite corrélation entre l'évolution de la biodiversité en relation et les changements climatiques.



- Fragmentation, dégradation ou disparition d'habitats
- Augmentation des invasions par les ravageurs.
- Dépérissement des essences forestières.
- Réduction de la densité et des superficies boisées.
- Réduction des valeurs et des produits forestiers (réduction des services écosystémiques).
- Changement dans la phénologie des espèces
- Diminution de la régénération naturelle des essences forestière

### Tendance des services écosystémiques dans la palmeraie de Marrakech

Tableau 13:Etat et tendance probable des services écosystémiques dans la palmeraie NO.

Services écosystémiques	habitat qui génère le service	Etat actuel du service	Tendances futures probables		Principaux facteurs de changement
			Demande	Offre	
<b>Services d'approvisionnement</b>					
Cultures	Agro-écosystème	-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécheresse et salinité</li> <li>• Anthropiques</li> </ul>
Élevage de bétail	Agro-écosystème Berges de l'oued	-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécheresse</li> <li>• Désertification</li> </ul>
Bois d'oeuvre et fibres de bois	Forêts Agro-système	-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déforestation et Risque de feu</li> <li>• Surpâturage</li> </ul>
Biomasse combustible	Forêts Agro-systèmes	-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surexploitation</li> <li>• Risque de feu</li> </ul>
Eau douce	Oued Tensift Nappe phréatique	- / - -	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extraction du bois (palmier, Tamarix...)</li> <li>• Conversion de la palmeraie pour l'agriculture</li> </ul>
Ressources génétiques	Zone humide Ago-écosystème	-	↗	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anthropiques</li> <li>• Surpâturage</li> <li>• Déforestation</li> </ul>
Biochimie, médicaments naturels et produits pharmaceutiques	Zones humides agrosystème	+ / -	→	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversion d'occupation du sol</li> <li>• Surpâturage</li> <li>• Pollution</li> </ul>
<b>Services de régulation</b>					
Pollinisation	Forêts Agro-systèmes	- / - -	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution</li> <li>• Désertification</li> </ul>
Prévention de l'érosion et maintien de la fertilité des sols	Marais de Tensift	-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversion de la forêt pour l'agriculture</li> <li>• Pollution, pâturage excessif, érosion des sols</li> <li>• Manque de rigueur dans l'application des lois</li> </ul>
Contrôle des risques naturels	Le Marais de Tensift, Bassin versant	- / - -	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déforestation</li> <li>• Erosion</li> <li>• Construction d'infrastructures</li> </ul>
Atténuation de l'îlot de chaleur urbain (ICU)	Le marais et zones périphériques	- -	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction du couvert végétal</li> <li>• Le bâti prend place du système naturel</li> </ul>
Contrôle des maladies	Forêts Agro-systèmes	-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution</li> <li>• Déforestation</li> </ul>

	Agglomérations				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inondation</li> </ul>
Purification de l'air	Zones humides Agro-écosystèmes	+/-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosion de la biodiversité</li> <li>• Réduction du couvert végétal</li> </ul>
Purification de l'eau	Bassins versants	-/-	↗	↘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• érosion de la biodiversité</li> <li>• Sécheresse</li> <li>• pollutions</li> </ul>
<b>Services culturels</b>					
Loisirs et écotourisme	Marais et zones périphériques	+/-	↗	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de clarté/faiblesse du cadre juridique relatif au droit de propriété</li> <li>• Pratiques de gestion</li> </ul>

↘ décroît ; ↗ augmente ; → stable ; - faible ; - - très faible ; + bon ; ++ très bon

Dans la majorité des cas (Tableau, 13), il est apparu que l'offre de services écosystémiques dans la Palmeraie Nord-Ouest est en déclin. Seuls l'élevage de bétail et la production agricole montrent quelques signes de stabilité. Dans le même temps, les estimations montrent qu'à une exception près, la demande de tous les services écosystémiques risque de continuer à croître à l'avenir. Bon nombre des facteurs de changement mis en lumière (et des parties prenantes associées) sont, en fait, communs à différents habitats et à différents services écosystémiques. Parmi les facteurs directs, on retrouve principalement le vandalisme, la conversion des habitats naturels à des fins d'habitation et d'agriculture, les problèmes croissants liés à la pollution (notamment par les gravats et les déchets) et l'extraction de bois ainsi que les feux prémédités de plus en plus fréquents.

Quant aux causes de la dégradation et de la perte des habitats du SIBE, elles sont principalement liées à un manque de rigueur dans l'application des lois (creusements de puits sans autorisation, décharge des produits de démolition non contrôlée), à l'évolution de la démographie (particulièrement à l'urbanisation) et au manque de clarté ou à la faiblesse du cadre juridique relatif au droit de propriété.

### • **3.3 Impacts sur le littoral**

Le littoral marocain représente un atout économique, social et écologique majeur pour le pays, puisque c'est le lieu d'implantation de 90 % des unités industrielles.

Cependant, la côte marocaine est également un espace extrêmement vulnérable, soumis à des pressions démographiques et à des utilisations non durables, et, aujourd'hui, aux effets des extrêmes climatiques, incluant l'élévation accélérée du niveau de la mer, avec ses impacts indirects: la salinisation de l'eau, la destruction des habitats, et l'érosion.

La frange littorale entre Essaouira jusqu'au nord de Safi, présente une grande diversité de situations avec notamment une alternance de parties sableuses plus ou moins étendues (plages associées à des cordons dunaires se prolongeant vers l'intérieur des terres) et des parties rocheuses (falaises associées à des plates formes d'érosion plus ou moins étendues,

falaises mortes, côtes rocheuses basses...).

Cette côte renferme une diversité remarquable de sites à grand potentiel culturel témoignant d'une occupation humaine depuis des époques historiques lointaines. Ce littoral, bien que relativement peu mis en valeur est le siège de nombreux usages et activités humaines : urbanisation côtière, infrastructure portuaire, pêche côtière, extraction de sable, ramassage d'algues marines, agriculture littorale, activités de loisir. Les pressions exercées sur cet espace sont susceptibles d'engendrer des interactions fonctionnelles entre les différentes activités présentes, qui peuvent devenir plus ou moins conflictuelles.

Cet espace fragile est de plus en plus convoité ; y interviennent de nombreux acteurs et s'y exerce une multitude d'enjeux pouvant générer des risques de dégradation du système côtier. Dans ce territoire, le centre touristique balnéaire et historique de Souira Laqdim et son village de pêcheurs connaît une évolution urbaine caractérisée par un empiètement sur les ressources biologiques notamment les dunes bordières.

De plus, cette zone présente plusieurs potentialités mal exploitées. Elle renferme une diversité écosystémique unique dans la région, à savoir la coexistence des trois composantes marines, estuarienne et forestière qui lui confèrent une richesse paysagère originale:

- les valeurs naturelles, paysagères, culturelles, marines et ornithologiques constituent une richesse indéniable pour le développement d'une activité écotouristique,
- la zone humide de l'embouchure de l'oued Tensift qui traverse un paysage montagnard bordé d'une forêt naturelle composée de plusieurs essences abrite beaucoup de valeurs naturelles et culturelles,
- une richesse halieutique abondante et un savoir faire local ancestral des métiers de pêche font la renommée des pêcheurs de Souiria Laqdim.

La conséquence la plus médiatisée du changement climatique sur le littoral est bien sûr l'élévation du niveau de la mer, qui suscite dès aujourd'hui de nombreuses recherches portant sur l'adaptation des écosystèmes, la gestion du trait de côte ou la préservation des enjeux socio-économiques. Mais d'autres implications du changement climatique impactent dès aujourd'hui les milieux côtiers : l'acidification et le réchauffement des océans modifient les équilibres écologiques, et par conséquent les secteurs de l'aquaculture, de la pêche ou du tourisme.

### • **3.3.1 Modification des températures des eaux marines**

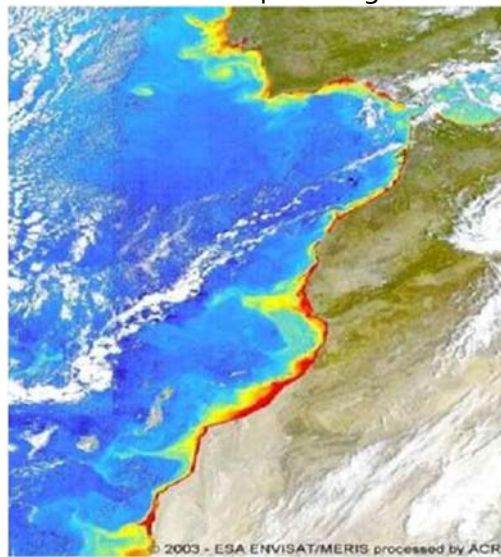
Le risque de réchauffement des eaux marines est pressenti par les projections de changement climatique. Il peut avoir des conséquences majeures environnementales et économiques. Des changements sous forme d'oscillations sont déjà enregistrés et causent des perturbations importantes.

Le système des Canaries fait partie des quatre principaux upwellings mondiaux avec celui du Benguela, de Humboldt et de Californie. Ces écosystèmes d'upwelling fournissent plus de 40 % des captures des pêcheries mondiales alors qu'ils représentent moins de 3 % de la surface de l'océan. Ils sont caractérisés par une grande variabilité, liée au climat et à leur instabilité structurelle.

Ce processus de résurgence, issu des couches océaniques profondes, le long du plateau continental constitue un trait marquant de l'océanographie des zones côtières marocaines ; il explique que les ressources pélagiques côtières situées dans ces zones sont les plus importantes. L'upwelling résulte d'un transport d'eau de surface vers le large, induit par des vents qui soufflent parallèlement à la côte (régime des Alizés).

C'est donc une sorte de compensation de ce transport de surface qui est assurée par la remontée d'eau profonde. A ces remontées d'eau profonde, sont associées des concentrations en sels nutritifs importantes qui supportent une production primaire forte. La variabilité du phénomène se traduit par l'instabilité des ressources halieutiques, principalement les pélagiques.

Figure 36 : Image satellitaire de la côte et des remontées d'eaux profondes par situation d'upwelling



- **3.3.2. L'élévation du niveau de la mer**

Le processus d'élévation du niveau de la mer semble en cours. Il aura pour effet d'augmenter les effets des submersions marines-



A Safi les enjeux installés sur la falaise Amouni, très instable, sont de plus en plus sensibles et vulnérables aux mouvements des vagues, particulièrement aux submersions qui contribuent graduellement au recul de cote. Kasr al Bahr cet imposant monument dominant le front de mer de la ville de Safi, s'apprête à glisser vers cet océan qu'il a toisé pendant des siècles. Sur la gauche de la photo on distingue l'enrochement destiné à stopper l'agression des vagues et l'avancée marine vers la route et bâtiments.

L'évolution historique du littoral se résume à un recul de la ligne de rivage et une perte de la mobilité naturelle de la côte. Sa morphologie caractéristique et originelle n'est plus et bien des plages sont par conséquent menacées de disparition. Ceci apparaît dans l'ampleur des dégâts notés sur des zones où certaines constructions ont déjà été atteintes par la mer et d'autres semblent être fortement menacées. Tel le cas de Sidi Kaouki au nord d'Essaouira ou la zone côtière de Sidi Chachkal (Safi) où les Marabouts sont fortement menacés par une disparition (Photos ci dessous).



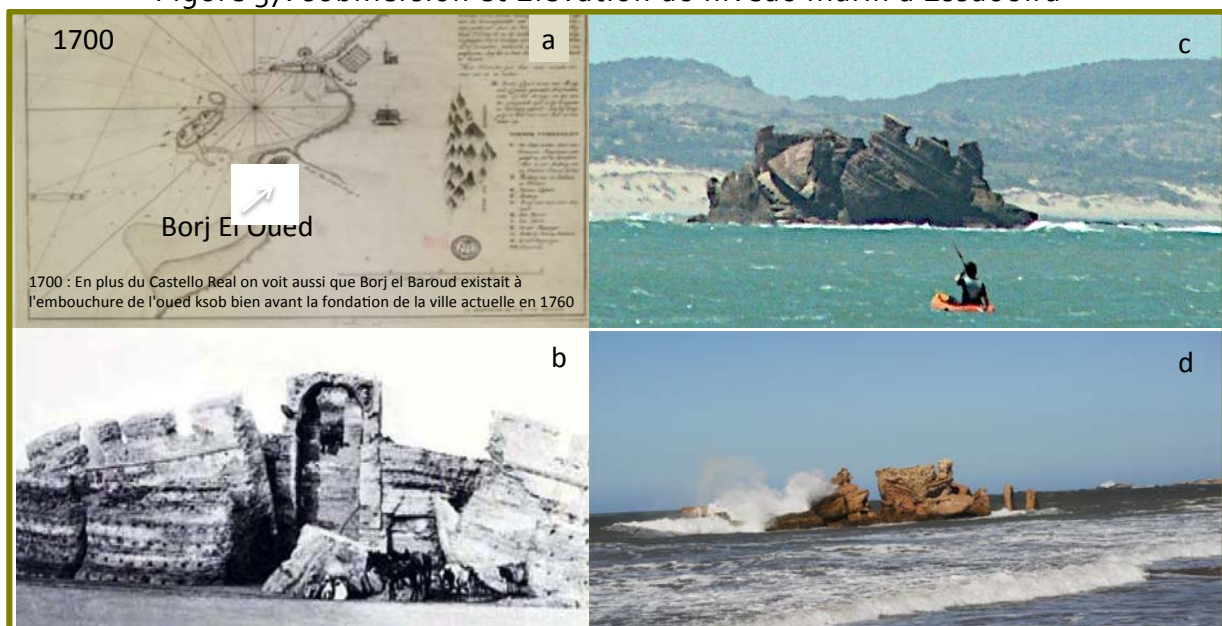
Le marabout de "Sidi Chachkal" se trouve à Cap Beddouza, construit sur un rocher uniquement accessible à marée basse. Ce lieu est réputé puisqu'il abrite, selon la légende, toute une ville engloutie par la mer près du cap, nommée " Tiraline". A droite Sidi Kaouki, dont la façade ouest est rognée par l'action des vagues.

Située à 36 km au sud de Safi, Souiria Kedima, anciennement connu sous le nom d'Agouz, est une petite ville, à l'embouchure de la rivière Tensift sur la côte atlantique. Souiria Kedima était un port important au XIème siècle. Sa Forteresse a été bâtie sur un socle rocheux, lors de l'occupation portugaise au début du XVIème siècle. Aujourd'hui, à marée haute les vagues viennent butter contre l'angle ouest de la forteresse.



Un peu plus au nord de la ville, des villas et des constructions traditionnelles sont menacées à Debra et à Sidi ben Krara; le tracé de la route côtière a dû être déplacé vers l'intérieur au moins en trois endroits, à Borj Nador, à Lalla Fatma et à Sidi Bouchta.

Figure 37: submersion et Elévation du niveau marin à Essaouira



La figure 36 a montre que Borj El Oued (dit aussi Borj El Baroud) existait à l'embouchure de l'oued Ksob en 1700, bien avant la fondation de la ville actuelle en 1760; en b le Borj au début du siècle dernier,. Les crues destructrices de l'oued Ksob ainsi que les submersions marines et vraisemblablement l'élévation du niveau marin ? ont fait que de nos jours le borj n'est accessible qu'à marée basse, photos c et d.

Dans la région d'Essaouira, la cellule littorale comprise entre la vile d'Essaouira et le Cap Sim, subit

une érosion très importante associée à un recul du trait de côte. Cette érosion est très nette au niveau de la ville d'Essaouira, où les vagues viennent buter, à marée haute, contre la digue de la plage et contre le rempart de la ville. L'attaque mécanique des vagues représente, en effet, le processus fondamental qui est à l'origine de l'état de dégradation avancé du rempart d'Essaouira. Une telle situation porte atteinte au patrimoine historique et architectural de cette ville. Les causes naturelles de cette érosion s'expliquent par des conditions climatiques très sévères qui entraînent une forte migration des sables vers le Sud (vents dominants de direction NNE à NE, houle oblique très active entraînant une forte dérive littorale, pluies torrentielles et crues violentes de l'oued Ksob).

### • **3.3.3 Risques littoraux : tempêtes et submersions**

La houle se développe par l'action du vent sur la surface de la mer et accentue la formation de vagues importantes et la montée du niveau de la mer. Elle peut engendrer des phénomènes de submersion marine ainsi que générer une érosion côtière importante allant jusqu'à modifier profondément le trait de côte. Lorsqu'elle est cumulée aux phénomènes d'inondation pluviale, elle peut engendrer des désordres importants.

- Chronologie des submersions marines

#### >> Safi :

Le 20 février 1966, une houle forte (9 à 15 m de creux significatif au large), de direction WNW et de longue période de l'ordre de 18 s, conséquence d'une tempête océanique, accompagnée de vents qui soufflaient à 60 km/h, d'une durée exceptionnellement longue (48 heures), atteignit les côtes de Safi. Elle entraîna d'importants dégâts dans le port. Du fait de la réfraction qui se traduit par un gonflement des vagues, des lames de 10 m de haut déferlèrent sur les ouvrages de protection et d'accostage. L'extrémité de la jetée, y compris son musoir, fut emportée jusqu'au PM 1627; notamment en raison du poids insuffisant des tétrapodes du revêtement (25 tonnes). Pour résister à une telle houle, il aurait fallu pour les talus en tétrapodes des poids unitaires de l'ordre de 50 tonnes. Le talus intérieur de l'extrémité de la jetée transversale fut détruit. Dans les bassins, les bateaux de pêche furent projetés sur les quais et sur le terre-plein du môle oblique.



Tempête du 20 février 1966 : bateaux de pêche projetés sur les terre-pleins du bassin portuaire

<http://www.mtpnet.gov.ma>

### >> **Le Château de Mer: un monument historique hautement menacé de s'effondrer**

Construit en 1507 par les Portugais pour servir de dépôt d'armes, utilisé en 1541 période de règne des Saàdiyines comme rempart de défense de la ville contre les agressions militaires étrangères, et lieu de résidence des sultans et princes à l'époque des Alaouites, le Château de mer de Safi fut classé monument historique au 21 Novembre 1922, ainsi que les zones de servitude de protection artistique qui l'entourent au 25 Mars 1924 par deux Dahirs chérifiens du Sultan Moulay Youssef.



Ksar El bahr sous une houle et en période calme à marée basse *M. BAHANNI*.

Plusieurs interventions ont eu lieu au cours du temps pour restaurer ce monument historique, mais aucune jusqu'alors n'a pu vraiment éloigner le danger d'effondrement.

Une partie de la muraille se trouvant sur la falaise Amouni a été emportée par la houle en 2003. En 2010 la houle a détruit la tour sud de Ksar El bahr. De nos jours le risque d'effondrement de cet édifice est fort attendu, la vraie menace reste l'instabilité de la falaise constituée de grès à passage peu cimentés et l'effondrement d'une ou plusieurs parties du bord de la falaise peut provoquer à tout moment des désordres catastrophiques au niveau de l'ouvrage.

>> **Essaouira**

"...Le matin du vendredi 15 rabii II 1272 correspondant au 4 janvier 1856, le ciel s'était couvert d'épais nuages noirs. Une violente tempête accompagnée d'averses s'était abattue sur la ville. La mer déchaînée, avait causé la perte du navire chargé de marchandises appartenant au négociant Ahmed Bouhlal El Fassi. Le jour suivant, l'Oued Ksob était entré à son tour en crue. La mer devenue plus violente, causa la perte de cinq autres bateaux appartenant aux négociants Ratto (Consul brésilien à Mogador ), l'Anglais Akrich, les Israélites Corcoz Marrakcki et Naftali et Ben Mchich..."

<http://www.darnna.com/phorum/read.php?2,166640>

**Raz de marée du 26 octobre 1913**



D'après un ouvrage intitulé " A la conquête du Maroc sud", la Colonne de Mogador conduite par le Général Mangin, qui avait campé dans la plage, a été surprise par un raz de marée pendant la nuit : " Dans la nuit, un raz de marée a complètement inondé le camp établi sur la plage. L'alarme donnée, les hommes ont sauvé les vivres que le flot menaçait de submerger..."



<http://www.darnna.com/phorum/read.php?2,166640>

"L'océan en colère". Photo prise de la librairie Martin. Pâques 1934



Jour de tempête à Essaouira, jeudi 18 février 2010 ph A. Mana

Récemment le rapport du Ministère de l'Équipement du Transport et de la Logistique, sans donner de valeur monétaire des pertes, a inventorié de nombreux dégâts matériels au niveau des ports le long de la cote atlantique suite à la houle exceptionnelle en janvier 2014.

### La houle exceptionnelle du 6-7 novembre 2014

La houle qui a frappé les côtes atlantiques marocaines les lundi 6 et mardi 7 janvier 2014 est due à des vagues d'origine dépressionnaires, c'est à dire générées par le vent d'une tempête dans l'Océan atlantique (METL, 2014).

La houle a occasionné des dégâts importants dans plusieurs villes côtières au Maroc. Dans la zone d'étude on peut citer:

- A Safi, la houle a provoqué:

- ✓ Le décès d'un ramasseur de moules emporté par les vagues ;
  - ✓ Echouement de 40 canots de pêche et endommagement de 35 autres unités ;
  - ✓ Effondrement du talus en enrochement interne au PM 1700 sur environ 20 ml ;
  - ✓ Déplacement de quelques tétrapodes T10 sur quelques tronçons ;
  - ✓ Déplacement ou effondrement des blocs de 60 tonnes sur plusieurs endroits ;
  - ✓ Tombée d'un bloc de 60 tonnes sur la voie de la jetée.
- **A Essaouira**
    - ✓ Arrachement d'un tronçon du mur de garde, situé en face du bâtiment de l'ANP, de 10m de longueur et 1.5m de hauteur.

La hausse attendue du niveau des mers pourrait mettre en péril de nombreux secteurs socio-économiques vitaux de la région et compromettre son développement futur.

### • **3.3.4 Détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique pour le littoral d'Essaouira**

Le risque phénomène des houles d'origine climatique, sur le littoral marocain, demeure peu analysé. Parmi les rares études celle menée par l'IRES (IRES, 2013) et qui a porté sur la détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique pour le littoral d'Essaouira.

#### **Méthodologie**

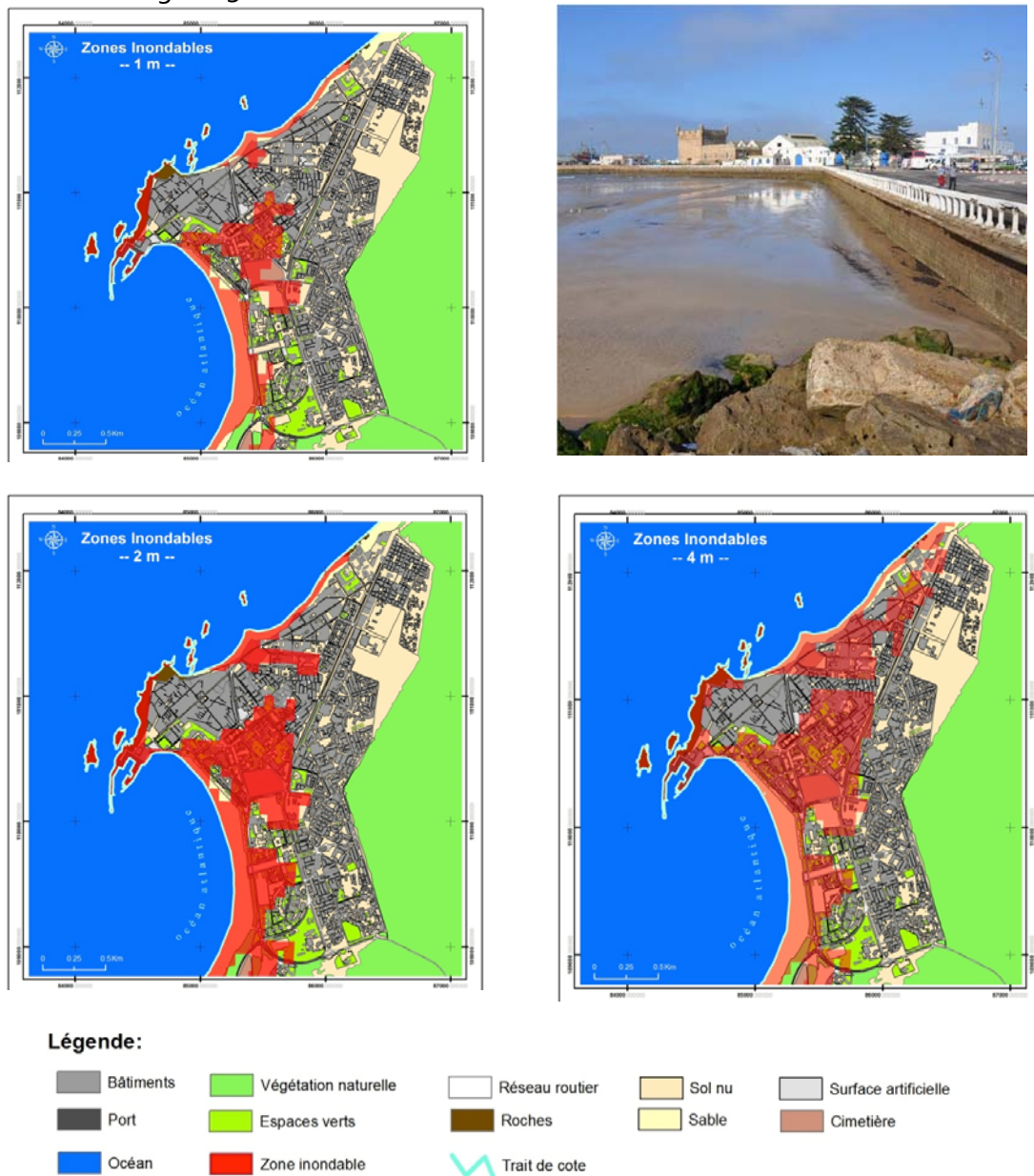
Les simulations mises en œuvre dans cette étude ont considéré trois niveaux de houle, en l'occurrence, des houles très faibles (1 m), houles moyennes (2 m) et houles grandes (4 m). Cet événement a été considéré à partir d'une approche déterministe basée sur le croisement de l'aléa et la vulnérabilité au sein d'un système d'information géographique.

D'un autre côté, les zones inondables selon les trois scénarios étudiés (1, 2 et 4 m) ont été cartographiées à travers un modèle numérique de terrain. Ces cartes ont été respectivement superposées avec la couche d'information relative à l'occupation du sol et celle des enjeux critiques pour cartographier les zones qui sont susceptibles d'être touchées par les différentes hauteurs d'eau. Le travail a été facilité grâce aux possibilités d'analyse spatiale offertes par le système d'information géographique.

#### **Résultats**

Les surfaces qui sont susceptibles d'être inondées couvrent approximativement 132 ha pour le premier scénario (1 m) (figure 37), 180 ha pour le deuxième scénario (2 m) et 236 ha pour le troisième (4 m).

Figure 38 : Carte des zones inondables selon les trois scénarios



Les zones inondables correspondent à différentes classes d'occupation du sol et touchent ainsi des enjeux socio-économiques et écosystémiques appréciables. Les surfaces exposées aux submersions selon la deuxième simulation sont 19,5, 3, 9, 14, 9 et 33 ha respectivement pour les bâtiments, le port, le réseau routier, espace vert, cimetières et végétation naturelle. Plus de détails est donné dans le tableau 14.

Tableau 14. Statistiques des surfaces inondées selon les trois scénarios

SURFACES INONDABLES EN HA			
	1 m	2 m	4 m
Strate			
Roches	9.74	9.74	11.79
Bâtiments	9.70	19.50	43.49
Sol nu	26.86	43.96	61.41
Port	2.92	3.10	2.76
Réseau routier	4.41	9.12	14.28
Surface artificielle	0.74	2.05	2.85
Sable	33.59	36.49	40.54
Espaces verts	8.20	14.22	17.91
Cimetière	6.46	9.38	9.27
Végétation naturelle	29.62	32.59	32.36
Total	132.24	180.14	236.65

Le tableau 15 affiche un sommaire statistique des enjeux exposés aux submersions selon les trois hauteurs d'eau. Il en ressort que tous les types d'enjeux susmentionnés seront susceptibles d'être inondés par les différentes hauteurs d'eau.

Tableau 15 : Sommaire statistique des enjeux critiques inondés, selon les trois scénarios.

NOMBRE D'ENJEUX TOUCHES			
Type d'infrastructures	1 m	2 m	4 m
Banque	2	3	5
Cafés et restaurants	6	9	14
Cimetière	1	2	2
Complexe commercial			3
Ecole	2	4	6
Etablissements publics	11	24	26
Hôpital et centre de santé	2	2	2
Hôtel	5	6	13
Mosquée			1
Musée et monuments	1	2	6
Place publique	2	3	5
Port	2	2	2
Sport et loisir	4	5	7
Station d'Essence	2	3	3
Transport	2	3	3

A titre exemple, une hauteur de 1 m peut menacer onze établissements publics, 6 cafés et restaurants, 5 hôtels et 4 terrains de sport et de loisir. Ces effectifs passent respectivement à 26, 14, 13 et 7 lors d'une submersion par une hauteur d'eau de 4 m.

L'étude aborde aussi l'évaluation de la flotte de pêche exposée, grâce à la résolution spatiale très fine de l'image satellitaire utilisée et qui a servi à l'inventaire de la flotte portuaire, notamment les bateaux et les barques. Seule la flotte présente dans le port au moment de la prise de l'image satellitaire a été considérée. La flotte totale exposée au phénomène étudié s'évalue à 196, dont 35 sont des bateaux et 161 correspond à des petites barques de pêche artisanale. La perte économique qui peut être engendrée par l'impact des houles dépend essentiellement du degré de vulnérabilité de ces instruments.

L'adoption d'une approche probabiliste permettrait une quantification monétaire des pertes économiques possibles en incorporant et en analysant les enregistrements historiques liés aux houles, les données relatives à la vulnérabilité et les valeurs monétaires de remplacement des enjeux.

- **3.3.5 L'érosion côtière et recul du trait de côte**

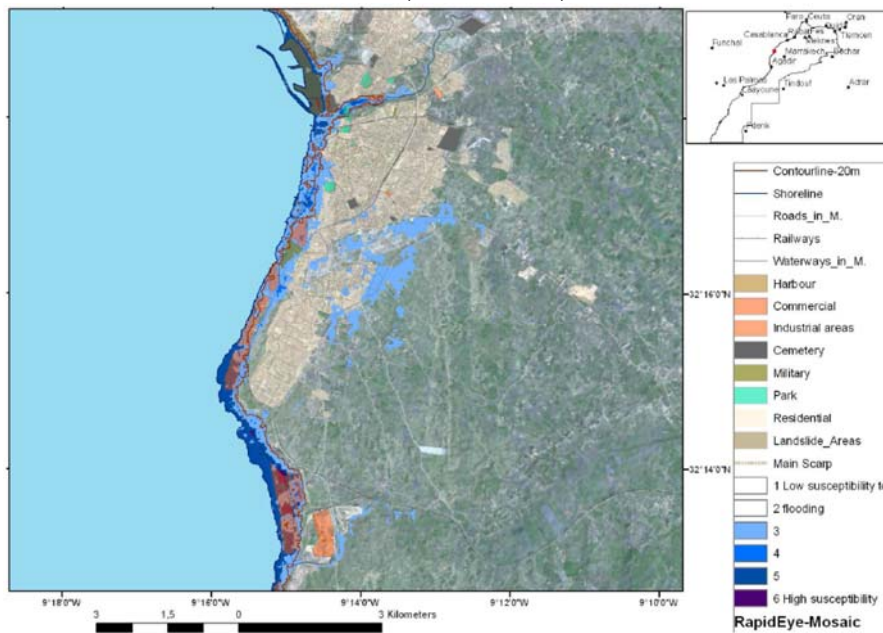
Concernant la dynamique des plages et de la côte en général, face au changement climatique, les travaux de recherche et les investigations se penchent sur les processus d'érosion qui affectent le littoral et qui sont accentués du fait du relèvement de niveau et de la nouvelle configuration océanographique (courants, vagues, tempêtes).

La figure 38 illustre une onde de tempête au nord de Safi image satellite RapidEye-scène. Le recule de trait de côte dessine une concavité sur la photo. Le degré de susceptibilité aux submersions et inondations côtières dans la zone de Safi est illustré par la figure 39.

Figure 39 : Onde de tempête au nord de Safi image satellite RapidEye-scène

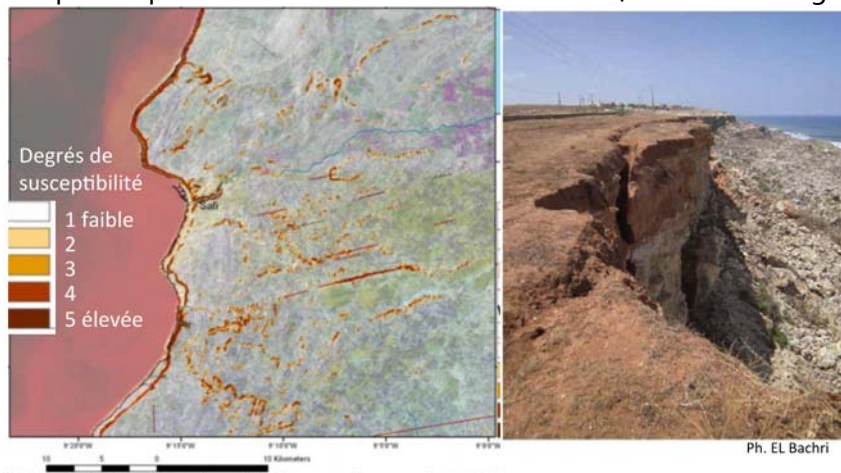


Figure 40 : Susceptibilité aux submersions et inondations côtières dans la zone de Safi (LANDSAT)



Ce phénomène affecte aussi bien les côtes rocheuses par glissements et effondrements que les côtes sableuses également soumises à l'érosion par les différents agents naturels que sont les tempêtes, les houles, les vagues et les courants marins. L'érosion provoque un recul du trait de côte plus ou moins prononcé. La région de Safi demeure hautement vulnérable aux glissements et effondrements des terrains notamment le long du littoral (figure (40)).

Figure 41 : Cartographie de susceptibilité de rupture de pente. A droite fissures et crevasses à la couronne des pentes sont clairement visibles. Les évènements brutaux (glissement et éboulements en masse) capables de faire reculer la falaise ou de provoquer des fosses d'effondrements (Theilen-Willige, 2011)



De Safi à Essaouira, les plages prédominent et les dunes littorales sont très développées dans ce secteur. Les grandes falaises raides font de ce secteur un des plus spectaculaires du Royaume. Des plages accompagnent les débouchés des oueds. Ces falaises montrent de nombreuses entailles et éboulements de blocs, qui ont déjà entraîné un recul important du trait de côte à certains endroits, témoignant ainsi de l'importance de l'action marine. On ne dispose pas de valeurs quantifiées de ce recul, mais les falaises du littoral entre Essaouira et Agadir sont celles dont le paysage est le plus représentatif de ce phénomène.

La succession d'évènements caractérisés par une violence particulière des tempêtes entraîne l'attaque des littoraux et l'entraînement de matériaux vers le large. Les études semblent d'ailleurs montrer une accentuation de la fréquence et de la force des tempêtes dans les dernières décennies. Le relèvement du niveau de la mer du fait du changement climatique, entre autres, agit sur la dynamique côtière. La valeur moyenne avancée par certains auteurs, 1 à 1,7 mm/an (Banque Mondiale, 2011) serait suffisante pour expliquer la tendance générale à l'érosion des côtes, notamment les plages et les basses falaises en matériel non consolidé. En plus du danger d'immersion des côtes très basses (deltas, basses vallées littorales, marais), le relèvement amène une exagération de l'attaque érosive des rivages et donc leur recul. (Figure 41).

Figure 42: Phénomène d'érosion de la côte rocheuse entre Safi et Essaouira



De l'avis de spécialistes, des mesures de précautions devraient être prises au plus tôt et des études menées pour savoir comment faire sauter ce pan de falaise avant qu'il ne s'effondre de lui-même. Une forte houle, un hiver violent, les vibrations des voitures qui s'en approchent toujours trop, un petit séisme comme le Maroc en a vécu cette année ; bref, presque un rien pourrait provoquer une catastrophe dont on peut mal mesurer les effets.

L'évolution actuelle des falaises reste un phénomène spectaculaire et dangereux. Toute une zone située au N du port de Safi est demeurée déserte car les éboulements ne s'y comptent plus, les plus importants ayant eu lieu avant 1930 et en 1963 (Mazéas, 1967) ; des villas et des constructions traditionnelles sont menacées à Debra et à Sidi ben Krara; les routes qui rejoignent les petites plages de Sidi Bouzid et de Lalla Fatma sont périodiquement coupées et doivent être retracées; à Laatotat, un écroulement considérable s'est produit il y a moins de deux ans, et nous sommes loin d'avoir recensé les catastrophes connues de mémoire d'homme dans la région (Weisrock , 1985).

Sous la falaise Amouni la houle a creusé des cavités, l'eau de mer s'infiltré sous certaines maisons. Des habitations menacent de s'effondrer. Tout un quartier va disparaître et 800 familles devront encore être délogées. Leurs habitations sont situées sur la falaise abrupte Amouni au bord de la mer. La houle a creusé au fil des ans des cavités profondes devenues par endroits visibles sous les maisons.

La falaise Amouni vers Nord ne contient pas de cavités, cependant des parois rocheuses fragiles. Dans sa partie sud une quarantaine de galeries se sont creusées au fil des siècles par la mer menacent sérieusement contre les risques évidents d'effondrement de la falaise.

Un programme de relogement des habitants du quartier "Amouni", dont les habitations menaçant ruine, a été mis sur pied par la province. Le programme bénéficiera à quelque 2.000 personnes.

Dans certains endroits, le recul des falaises est devenu un vrai risque naturel pour les infrastructures et aménagements. Toutes futures extensions et choix de sites industrielles devraient être précédés d'études géomorphologiques minutieuses et précises.

### • **3.3.6. Phénomènes de salinisation**

Le phénomène de salinisation par intrusion d'eaux marines est susceptible d'affecter les estuaires et les aquifères côtiers. L'effet du sur-pompage peut déjà avoir initié une dynamique de pénétration du prisme salin.

L'élévation du niveau marin va causer une pénétration vers l'amont de l'eau salée, à travers la nappe phréatique des plaines côtières. L'accroissement de la salinité des eaux de surface



aura sans doute des répercussions sur la faune et la flore et les possibilités d'utilisation des eaux pour les activités humaines. Ainsi il y aura réduction du volume des eaux douces souterraines utilisables et intrusion du biseau salé. Cette intrusion va accentuer l'effet déjà perceptible de la surexploitation par pompage. L'approvisionnement en eau potable et en eau d'irrigation en zone littorale sera ainsi aggravé dans les régions littorales. L'intrusion de l'eau salée dans les nappes phréatiques et les inondations poseront un problème accru de conservation des spéculations agricoles en milieu littoral, affectant ainsi les superficies et les rendements agricoles. Mais d'autres facteurs anthropiques entrent en jeu dans cette dynamique, comme l'excès des prélèvements d'eau douce.

- **3.3.7. Biodiversité, pêche et aquaculture**

La côte atlantique de la région a vu se développer une pêcherie de petits pélagiques à partir des années 1930 avec la construction des ports artificiels de Safi et Agadir, et l'aménagement de l'ancien port chérifien d'Essaouira. Ceci a permis le développement rapide d'une flotte de senneurs exploitant principalement la sardine et plus épisodiquement les maquereaux, chinchards et anchois. Ces bateaux à faible rayon d'action ne peuvent suivre ces poissons migrateurs dans leurs déplacements et restent donc fortement tributaires de la disponibilité des ressources dans leur zone d'activité.

Un upwelling côtier entre le détroit de Gibraltar et la Mauritanie est à l'origine de la forte productivité biologique de la région. Cet upwelling n'est pas stable mais oscille du nord au sud en fonction des saisons. Les anomalies de températures de surface en été et en hiver, mises en évidence par Parrish et al. (1983) montrent bien ce déplacement saisonnier du phénomène.

La population de sardine exploitée dans la zone A se déplace également au rythme des saisons. La zone de reproduction principale se situe au sud de Sidi Ifni, hors de portée des senneurs traditionnels marocains. La ponte a lieu de décembre à avril. L'activité de la pêcherie dans la zone A est essentiellement estivale, les apports étant quasiment nuls en hiver, ce qui soumet l'industrie de la conserve à de longs temps d'arrêt. La variabilité des captures annuelles est également un handicap pour l'industrie de la transformation: conserve, congélation et farine de poisson, qui faute de garantie d'approvisionnement, hésite à mettre en oeuvre un programme de modernisation à long terme.

Tableau 16: Impacts potentiels du changement climatique sur les pêches<sup>7</sup>

Types de changement	Changements physiques	Processus	Impacts potentiels sur les pêches
Sur l'environnement physique (impacts	Augmentation du niveau de CO2 et acidification	Impacts sur les espèces calcifères (crustacés, coraux, échinodermes)	Production de ces espèces peut diminuer, productivité peut

écologiques indirects)			diminuer, y compris pour les espèces associées
	Réchauffement des couches supérieures	Les espèces d'eaux tempérées remplacent les espèces d'eaux froides	Espèces de planctons, poissons et invertébrés migrent vers les pôles, diversité réduite pour les espèces tropicales
		Espèces de planctons migrent vers des latitudes plus élevées	Déconnexion entre les espèces de planctons proies et prédatrices
		Changements dans la composition et l'éclosion d'espèces de planctons	Déconnexion entre les espèces de planctons proies et prédatrices
Montée du niveau de la mer	Perte d'habitats de ponte et de frayage importants (mangroves, récifs coralliens)	Production et productivité réduites pour les espèces cibles de la pêche côtière	
Sur les stocks de poissons (impacts écologiques indirects)	Température accrue des eaux	Changement des ratios sexuels calendrier différé pour les périodes de ponte, de migration et d'abondance	Productivité réduite et calendrier de reproduction modifié pour les espèces marines et d'eau douce
	Changement dans les courants océanographiques	Abondance accrue des espèces invasives et maladies	Productivité réduite pour les espèces marines
		Chances de recrutement amoindries	Impacts sur les juvéniles, et donc sur la productivité
Sur les écosystèmes (impacts écologiques indirects)	Circulation des flots réduite et augmentation des sécheresses	Niveau d'eau affecté pour les lacs et les rivières	Productivité réduite pour les lacs et les rivières
	Fréquence accrue des phénomènes ENSO	Modification du calendrier et des latitudes des upwellings	Variation dans la distribution des stocks de pélagiques
		Blanchiment et mort de coraux	Productivité réduite pour les espèces récifaires
Types de changement	Changements physiques	Processus	Impacts potentiels sur les pêches
Perturbation dans les infrastructures	Montée du niveau de la mer	Changement des profils côtiers, perte de ports et d'habitations	Vulnérabilité accrue des communautés et infrastructures côtières

côtières et opérations de pêche (impacts directs)		Augmentation des risques de dommages dus aux orages	Coût des mesures d'adaptation et réduction de la productivité attenante
	Intensité accrue des orages	Perte de jours en mer, risque accru d'accidents	Augmentation des risques de la pêche et donc des coûts
		Risque de dommages aux structures d'aquaculture	Coûts d'adaptation et productivité réduite
Pêches continentales (impacts socio-économiques indirects)	Variation des précipitations	Impact sur les activités de pêche, d'aquaculture et d'agriculture	Réduction des sources de revenus et augmentation de la pauvreté
	Augmentation des sécheresses et inondations	Impacts sur les outils de production et investissements	Vulnérabilité économique accrue pour les communautés côtières
	Prévisibilité réduite des saisons des pluies	Difficultés de planification pour activités génératrices de revenus	Vulnérabilité économique accrue pour les communautés côtières

Tableau adapté de Alison et al. 2009.

L'élévation du niveau marin pourrait affecter les activités littorales (pêche artisanale côtière et lagunaire, récolte des coquillages et des algues, etc.). Par ailleurs, les activités aquacoles qui sont liées à des conditions physico-chimiques (salinité, chimisme, température, oxygénation, etc.) d'élevage particulières devraient s'adapter aux changements liés à l'ENM, à l'augmentation de la température et de la salinité.

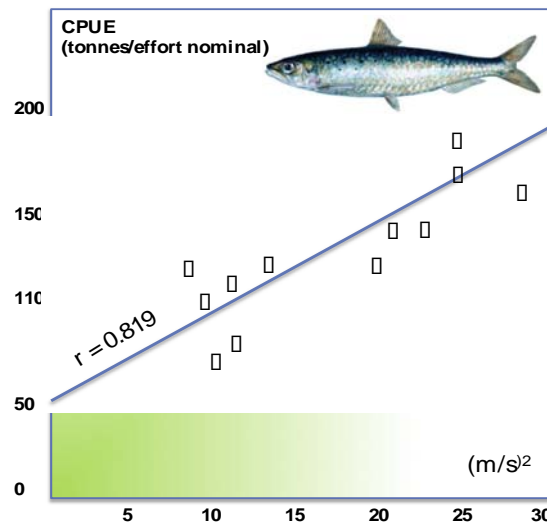
L'un des impacts potentiels du changement climatique réside dans le déplacement de multiples espèces, hors de leur domaine d'origine, à la recherche des conditions adaptées à leurs exigences. Les variations de salinité, à l'intérieur d'un espace proche du littoral (marais, lagunes, estuaires), avec des zones hypo-salines et des milieux hypersalins, expliquent la diversité très grande des habitats au sein de la même zone. Toute élévation du niveau de la mer va interférer avec cette distribution spatiale.

Sur la côte atlantique, la menace majeure est liée aux vicissitudes du système d'upwelling. La sardine du plateau continental est dépendante du fonctionnement de ce système et du courant des Canaries à l'origine de la forte productivité biologique de certaines régions. Or, les populations pélagiques montrent des changements de grande amplitude (Zizah & al., 2000). Les fluctuations des captures de la sardine japonaise depuis cinq siècles seraient en relation avec l'alternance des périodes chaudes/froides.

Les relations entre les CPUE annuelles et les paramètres du vent ont été étudiées par une

régression linéaire des évolutions respectives des CPUE<sub>3</sub>, de la moyenne des carrés de la vitesse du vent et de la moyenne de ses écarts d'une semaine à l'autre en valeur absolue (figure 42). L'affaiblissement des CPUE semble être lié à une diminution de la vitesse moyenne du vent, son indice de variabilité à court terme restant stable.

Figure 43: Régression entre la moyenne des carrés de la vitesse du vent à Essaouira et la CPUE (catch per unit effort) annuelle dans la zone Essaouira- Safi



Le fort accroissement de la CPUE en 1973 est lié autant à une augmentation de vitesse que de variabilité à court terme, tandis que l'affaiblissement de 1974 suit la diminution de la variabilité et non de la vitesse moyenne du vent qui reste très élevée. Les deux années de très faibles CPUE (1977 et 1978) correspondent à des valeurs de vitesse et de variabilité équivalentes à celles observées en 1976 ou en 1979 et, dans ce cas, il paraît vraisemblable que les faibles niveaux de biomasse du stock ces années-là aient également joué un rôle.

- **3.3.8. L'action des marées sur le réseau d'assainissement**

Le secteur de l'assainissement : Les systèmes d'évacuation et d'épuration des eaux usées et pluviales seront menacés par l'élévation du niveau marin et les submersions côtières, du fait

<sup>3</sup> Influence des facteurs hydroclimatiques sur la pêche marocaine de petits pélagiques côtiers  
HENRIBELVÈZE

du risque de retour des eaux usées et des problèmes sanitaires qui en découleront.

La remontée de l'eau de mer à l'intérieur des canaux est parmi les facteurs primordiaux qui sont responsables des inondations dans la ville d'Essaouira (tableau 17)

Tableau 17: les différents problèmes rencontrés concernant le réseau d'assainissement liquide dans les quartiers et les avenues de la ville d'Essaouira

Quartiers/ Avenues	Problèmes rencontrés
La Médina	-Vétusté du réseau -Ensablement des canalisations des eaux de pluies - Risque d'inondation suite à la remontée marine
-Quartier Industriel -Q.Lala Amina -Q.Municipal	Faible topographie -Ensablement des canalisations des eaux usées
Lot. La Lagune -Lot. Elborj	-Ensablement des canalisations des eaux de pluies -Risque d'inondation suite à la remontée marine
Lotissement V	-Ensablement des canalisations des eaux usées - Risque d'inondation suite à la remontée marine
Lot.Azlef	-Ensablement des canalisations des eaux de pluies
- Lot. Al Aman -Lot.Al Amal	-Ensablement des canalisations des eaux de pluies
A côté de la sculpture « Barakat Mohamed »	-Inondation par les crues d'oued Ksob
Avenue Alaquaba	-Ensablement des canalisations des eaux usées -Ensablement des canalisations des eaux de pluies
Avenue Mohamed V -Avenue 2 Mars	-cassures au niveau du réseau d'assainissement

D'une façon générale, la ville d'Essaouira est exposée aux contraintes imposées au réseau d'assainissement durant presque toute l'année. Comme le montre le tableau (Tableau .18)

Tableau 18 : les types de contraintes imposées au réseau au réseau d'assainissement selon les saisons

Saison	Type de contraintes
Eté	Action éolienne importante, Problème d'ensablement + Pression touristique
Automne	Marée forte (surtout en Septembre) + Précipitation, inondation
Hiver	Précipitation importante, risque de crue d'Oued Ksob, inondations
Printemps	Marée forte (surtout en Mars) + Précipitation, inondations

## • MISE A JOUR DES INDICATEURS DE VULNERABILITE

---

Il s'agit de mettre à jour les indicateurs identifiés et élaborés dans le cadre du projet CCN, en y incorporant les données recueillies concernant l'année écoulée mais aussi les données retardataires des années précédentes. Certains indices sont ré-estimés ou redéfinis, d'autres proposés.

### Processus de construction des indicateurs

Les indicateurs sont un ensemble de critères qui permettent de mesurer les contributions, les issues et les résultats d'un projet. La définition d'indicateurs est essentielle pour le suivi et l'évaluation. Pour ce faire, les questions suivantes doivent être posées :

- Quantité : Combien ?
- Qualité : Comment ?
- Temps : Quand ?
- Groupe cible : Qui ?
- Lieu : Où ?

### Indicateurs SMART<sup>4</sup>

Les indicateurs SMART aident à évaluer la qualité des objectifs. Ceux-ci sont définis comme suit :

**Specific** (spécifiques) : Non pas généraux ou vagues mais pratiques et concrets

**Measurable** (mesurables) : Répondant aux questions : Combien ? À quel degré ?

**Achievable** (réalisables) : Disposez-vous de ressources matérielles et humaines suffisantes ?

**Realistic** (réalistes) : Est-ce possible de les réaliser ?

**Time-bound** (situés dans le temps) : Quand souhaitez-vous atteindre vos objectifs ?

### A quels indicateurs recourir pour l'adaptation et ses composantes?

En raison de la nature transversale de l'adaptation et de la diversité des réponses

---

<sup>4</sup>Adapté de : Harris, Alison avec Sue Enfield (2003) : Disability, Equality and Human Rights :A Training Manual for Development and Humanitarian Organisations. An Oxfam publication in association with Action on Disability and Development (ADD), Oxford, p. 278.

d'adaptation, il n'existe pas un ensemble universel d'indicateurs pour l'adaptation. C'est pourquoi, les indicateurs d'adaptation doivent être choisis en fonction de l'objectif de S & E et le contexte pertinent. Les indicateurs peuvent être classés en fonction de ce qu'ils mesurent:

**Indicateurs de vulnérabilité :** Ils ont pour mission principale, d'une part, d'apporter des éléments de diagnostic de la vulnérabilité au niveau la région considérée qui serviraient de référence par rapport aux évolutions dans le temps et, d'autre part, à établir des comparaisons et à mesurer les évolutions éventuelles.

**Les indicateurs d'impact climatique:** des indicateurs qui mesurent les effets du changement climatique (par exemple les dommages causés par les catastrophes naturelles, les incidences sur la santé humaine; les répercussions sur la production agricole et le revenu).

**Indicateurs de mesures d'adaptation :** si, et quel genre de mesures d'adaptation sont entreprises; les indicateurs peuvent évaluer l'efficacité, l'efficience et la durabilité des mesures.

En raison des défis mentionnés ci-dessus, il n'est pas toujours possible de définir le résultat de l'adaptation. Il peut donc être distingué entre plusieurs indicateurs:

**Les indicateurs axés sur les processus (de réalisation) :** les indicateurs qui mesurent le processus d'adaptation. Quelques exemples : la planification des risques de catastrophe est en place; une stratégie d'adaptation a été mise au point; la prise de conscience des impacts du changement climatique a été renforcée.

**Les indicateurs axés sur les résultats :** les indicateurs qui mesurent si l'adaptation a effectivement eu lieu. Voici quelques exemples : la proportion d'agriculteurs ayant une assurance contre les mauvaises récoltes, le nombre de personnes moins menacées par les phénomènes météorologiques extrêmes, les rendements de certaines cultures se sont stabilisés malgré les inondations.

Des examens ont montré que les projets d'adaptation réalisés jusqu'à présent ont souvent recouru à des indicateurs axés sur les processus. Toutefois, pour démontrer des résultats d'adaptation spécifiques, des indicateurs axés sur les résultats sont essentiels.

### **Interprétation des indicateurs**

L'interprétation d'un indicateur consiste à donner un sens à l'évolution constatée dans le temps et d'émettre des hypothèses susceptibles d'expliquer les tendances observées.

Les interprétations des différents indicateurs pour les secteurs Eau, Agriculture et Forêt-Biodiversité, sont reportées directement sur des fiches spécifiques, regroupées dans un fascicule séparé accompagnant ce rapport. Ces fiches sont destinées à être régulièrement mises à jour, notamment par l'OREDD-MS, au fur du temps.

Une Expertise technique approfondie demeure indispensable pour le développement des indicateurs, et un grand nombre d'institutions ont dû être encouragées à fournir leurs données et ouvrir la voie à leur participation dans le développement du système Indicateur de la région.

La mise en place du système Indicateur, aussi bien au Maroc qu'au niveau des pays partenaires de l'Afrique sub-saharienne, devrait compter sur la volonté de plusieurs organismes à coopérer et fournir des données. Les ateliers de formation devraient jouer un rôle important de médiation entre les organismes dans l'interprétation des données au niveau technique.

#### • **4.1 Indicateurs forêts/ biodiversité**

Fiche	Libellé de l'indicateur	Unité d'exposition	Tendance	Service responsable	Catégorie
1	Superficie forestière par essence naturelle	essence forestière	↘	DREF LCD	Indicateur de vulnérabilité (impacts CC)
2	Densité moyenne par essence naturelle		↘		
3	Volume du bois produit		↘		
4	Taux de dépérissement des arbres.		↗		
5	Nombre de foyers d'incendies de forêts déclarés	Région	↗	DREF LCD	
6	Durée de la saison des feux de forêt		↗		
7	Richesse spécifique		↘		
8	Nombre de foyer de la chenille processionnaire		↗		
9	Nombre de coopératives féminines arganière	Région Province	↗	ODECO	Indicateur de réalisation (Actions ACC)
10	Linéaire de tranchées pare-feu réalisées	Région	↗	DREF LCD	
11	Nombre de postes vigies installés	Région	↗	DREF LCD	
12	Superficie touchée par les incendies de forêts	Région	↗	DREF LCD	Indicateur de résultat (Actions ACC)
13	Superficie des aires protégées classées selon la loi 22.07	Région	↗	DREF LCD	



14	Superficie reboisée ou/et boisée	Région	↗	DREF LCD	
15	Nombre de pieds de palmiers plantés dans la ville de Marrakech	Région	↗	Observatoire palmeraie	
-	Nombre des espèces endémiques	Région	↘	DREF LCD	Indicateur de vulnérabilité
-	Nombre des espèces menacées		↗		Indicateur de résultat

#### Légende

Tendance du changement  
diminution ↘  
continuité →  
augmentation ↗  
Augmentation très rapide ↑

#### Degrés d'impact

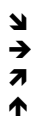
faible  
modéré  
élevé  
Très élevé

## 4.2 Indicateurs agriculture

Fiche	Libellé de l'indicateur	Unité d'exposition	tendance	Service responsable	Catégorie
1	Rendements des cultures céréalières	Région	↗↘	DRA	Indicateur de vulnérabilité (impacts CC)
2	Effectif du cheptel	Région	→	DRA	
3	Superficie occupée par l'arboriculture fruitière	Région	↗	DRA	
4	Demande en eau agricole	Région	↘	ORMVAH	
5	Montant d'investissements dans le cadre du programme de sauvegarde du cheptel	Province	↗	DRA	Indicateur de réalisation (Actions ACC)
6	Productions en arboriculture fruitières	Région	↗	DRA	
7	Nombre d'Organisations professionnelles agricole (OPA)	Province	↗	ODCO	
8	Taux d'irrigation	Province	↗	ORMVAH/DPA	
9	Quantité laitière produite	Région	↗	DRA	Indicateur de résultats (Actions ACC)
10	Taux de pauvreté dans le milieu rural	Province	↘	DR-HCP	
11	Taux d'activité selon le sexe et le milieu de résidence	Province	↘↗	DR-HCP	
12	Revenu moyen des agriculteurs	Région	↗	DR-HCP	
13	Etendue des terres agricoles inondables	Province	↘↗	ABH	Indicateur
14	Superficie des terres agricoles converties de céréales en arbres fruitières	Région	↗	ORMVAH/DPA	
-	Nombre d'agriculteurs assurés contre les risques climatiques	Région	↗	-	
-	Superficie agricole assurée contre les risques climatiques	Région	↗	-	

-	Taux de la superficie agricole assurée par rapport à la SAU régionale	Région	↗	-	r de vulnérabilité
---	---	--------	---	---	--------------------

Tendance du changement  
diminution ↘  
continuité →  
augmentation ↗  
Augmentation très rapide ↑



Degrés d'impact  
faible  
modéré  
élevé  
Très élevé



### • 4.3 Indicateurs eau :

Fiche	Libellé de l'indicateur	Unité d'exposition	tendance	Service responsable	Catégorie
1	Volume des retenues des barrages	Région Barrage	↗	ABH	Indicateur de vulnérabilité (impacts CC)
2	Volume d'eau consommé par Secteur	Région	↑	RADEEMA ABH /ORMVAH ONEEP (eau)	
3	Erosion et envasement des barrages	Région	↑	ABHT, DREF	
4	Intensité /24h des précipitations pour les inondations déclarées	Région/ Province	↗	DMN/ABH	
5	Nombre d'unités de trituration	Province	↗	ABHT, ONEE	
6	Nombre de point de prélèvement des nappes	Région	↑	RADEEMA, ABHT ONEE	
7	Niveau piézométrique	Nappe	↘	RADEEMA, ABHT ONEE (secteur eau)	
8	Débit des cours d'eau	Région/ Bassin	↘	DMN/ABH	
9	Eutrophisation des eaux	Bassin	↗	ABHT/ UCA	
10	Nombre des inondations déclarées/an	bassin	↑	ABHT	
11	Nombre de morts causés par inondation /an	bassin	↗	Wilaya- DRMHPV	
12	Volume des eaux usées traitées	Région	↗	RADEEMA ONEE (eau)	Indicateur de réalisation (Actions ACC)
13	Nombre de stations d'épuration des EU	Région	↗	RADEEMA ONEE (eau)	
14	Nombre de stations d'annonce de crues opérationnelles	Région	↗	ABH	Indicateur de résultat
15	Taux d'accès à l'eau potable	Province	↗	RADEEMA ONEEP (Eau)	

16	Taux de raccordement au réseau d'assainissement	Province	→	RADEEMA ONEE (Eau)	(Actions ACC)
17	Nombre de cas des maladies hydriques	Province, Région	↗	DRS	
18	Superficies agricoles converties en irrigation localisée	Région/ Province	↗	ORMVA, DPA	
19	Taux empoisonnement des plans d'eau	Province	↗	DREF, CNHP	

Tendance du changement  
diminution ↘  
continuité →  
augmentation ↗  
Augmentation très rapide ↑



Degrés d'impact  
faible  
modéré  
élevé  
Très élevé



#### ● 4.4 Indicateurs littoral :

fiche	Libellé de l'indicateur	Unité d'exposition	Tendance	Service responsable	Catégorie
1-	Conditions climatiques extrêmes	Province	↗	DMN, METL	Indicateur de vulnérabilité (Actions ACC)
2-	Niveau moyen global des océans par altimétrie satellitale	Province,	↑	INRH	
3-	Température de la Surface de la Mer	Province,	↗	INRH	
4-	Concentration en chlorophylle-a)	Province,	↗	INRH	
5-	La salinité de Surface Marine	Province,	↗	INRH	
6-	Dynamique sédimentaire et recule de front de côtière	Province,	↑	METL	
7-	Atouts naturels, humains et économiques exposés au danger	Province	↗	DGCL MHPV	
8-	Gestion des eaux résiduelles	Province,	↗	DGCLMHPV	Indicateur réalisation
9-	Taux d'artificialisation des terrains bâtis et non bâtis	Province,	↗	MHPV	Indicateur de résultat (Actions ACC)
10-	Population côtière	Province	↗	HCP	
11-	Terres concernées par l'agriculture intensive	Province	→	MPMA	
12-	Intensité du tourisme	Province	↗	MT	
13-	Domaine Public Maritime	Province,	↗	DPDPM	Indicateur réalisation
14-	transport ferroviaire	Province,	→	Office Phosphate	

15-	Pêche	Province,	↗	MAPM	Indicateur de résultat Indicateur de résultat
16-	Terrains protégés sur terre comme en mer	Province	→	HCEFLCD	
17-	Efficacité de la gestion des sites protégés	Province	↗	HCEFLCD	
18-	Pollution industrielle	Province	↗	MDCE	
19-	Qualité des eaux de baignade	Province	→	MDCE, METL	

(DPDPM) La Direction des Ports et du Domaine Public Maritime

Tendance du changement  
diminution  
continuité  
augmentation  
Augmentation très rapide



Degrés d'impact

faible  
modéré  
élevé  
Très élevé



# ***MISSION 2: Orientation pour l'adaptation au CC***

## • BENCHMARK DES ACTIONS POUR ANTICIPER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

---

L'inventaire est une compilation de quelques mesures d'adaptation et des moyens et mesures de facilitations qui ont eu lieu ou sont en cours et celles programmées dans la région Marrakech Safi. Les moyens et mesures de facilitations comprennent le renforcement de capacité les finances et le développement et transfert de technologies. Il comprend des exemples d'adaptation au changement climatique dans les secteurs public et privé, ainsi que des groupes bénévoles et communautaires, des ONG, d'autres associations et réseaux (y compris, par exemple, associations professionnelles) et les individus. Les données présentées dans l'inventaire ont été recueillies principalement à partir de la littérature grise et rapports académiques qui ont été identifiés grâce à des consultations avec des experts clés dans quatre secteurs: l'eau, la construction, l'utilisation des terres en milieu rural (la foresterie, biodiversité et conservation / l'agriculture et sécurité alimentaire). L'inventaire ne présente pas une collection exhaustive de toutes les adaptations qui se déroulent à travers la région, mais il illustre une gamme de différents types d'adaptation.

Ces informations ont été complétées par une recherche documentaire conséquente, de manière à identifier les succès/acquis, les échecs/insuffisances, les potentialités / opportunités, les barrières/contraintes dans la mise en œuvre des processus d'adaptation. Les leçons, meilleures pratiques de pratique d'adaptation et les besoins prioritaires ont été répertoriés et analysés en conséquence.

Tout en développant l'inventaire, il est devenu clair qu'il y avait un certain nombre de défis d'ordre pratique et intellectuelle dans la conception et la compilation d'un tel inventaire. Le principal défi a consisté à identifier puis catégoriser les données en utilisant un principe d'organisation appropriée avec des critères clairs. Les critères utilisés sont les suivants:

- Nom de l'établissement
- Les « outputs » de l'Adaptation
- Classification de l'adaptation (la mise en œuvre des actions d'adaptation ou renforcement des capacités d'adaptation)
- Détermination de l'adaptation (si l'adaptation est planifiée ou non)
- Si possible la durabilité de l'action
- Les déclencheurs et moteurs (les raisons pour lesquelles l'adaptation a lieu)
- L'échelle administrative et de gestion (c'est à dire le niveau où l'adaptation se passe: internationale, sub-régional, national, administrations décentralisées, régional, local, individuel)
- L'emplacement géographique de l'adaptation
- Propriété de l'établissement (public, privé ou autre)

- Source d'information

Un deuxième défi implique le processus de définition d'adaptation. L'adaptation peut signifier mener toute action visant à préparer le CC qui est intentionnelle ou accidentelle. Cette définition large peut alors comprendre les mesures prises par n'importe qui.

La compilation de l'inventaire a mis en évidence la difficulté de juger les actions qui peuvent être classés comme «adaptations au CC» de celles qui sont réellement planifiées pour s'adapter au CC. Nous entendons par là qu'il est difficile d'identifier les adaptations en cours comme une réponse aux conditions météorologiques (plutôt qu'à des facteurs de risque) et parmi ces dernières, lesquelles sont menées en réponse aux CC futurs. Une autre préoccupation concerne la difficulté d'identifier des facteurs de changement et de juger des actions qui peuvent être classées comme des adaptations portant spécifiquement sur les impacts du CC, par opposition aux adaptations non connectées aux impacts du climats, tels que les impacts des interventions du développement sur la biodiversité. A l'opposé certaines actions répondent parfaitement à des actions d'adaptation bien que non spécifiées comme telles.

On trouvera à l'annexe 1 une liste des principaux programmes, initiatives et projets d'adaptation dans la Région, avec des indications de leurs domaines thématiques et sectoriels (Eau, Agriculture, forêt et biodiversité) et des organismes participants.

Parmi les enseignements à tirer du benchmark, ceux qui pourraient être utilisés lors de la session de formation pour éclairer l'élaboration et le développement d'un cadre d'orientation pour l'adaptation appropriée aux changements climatiques dans la Région.

- **GUIDE METHODOLOGIQUE ET CADRE D'ORIENTATION POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES PROJETS ET PLANS DE DEVELOPPEMENT**

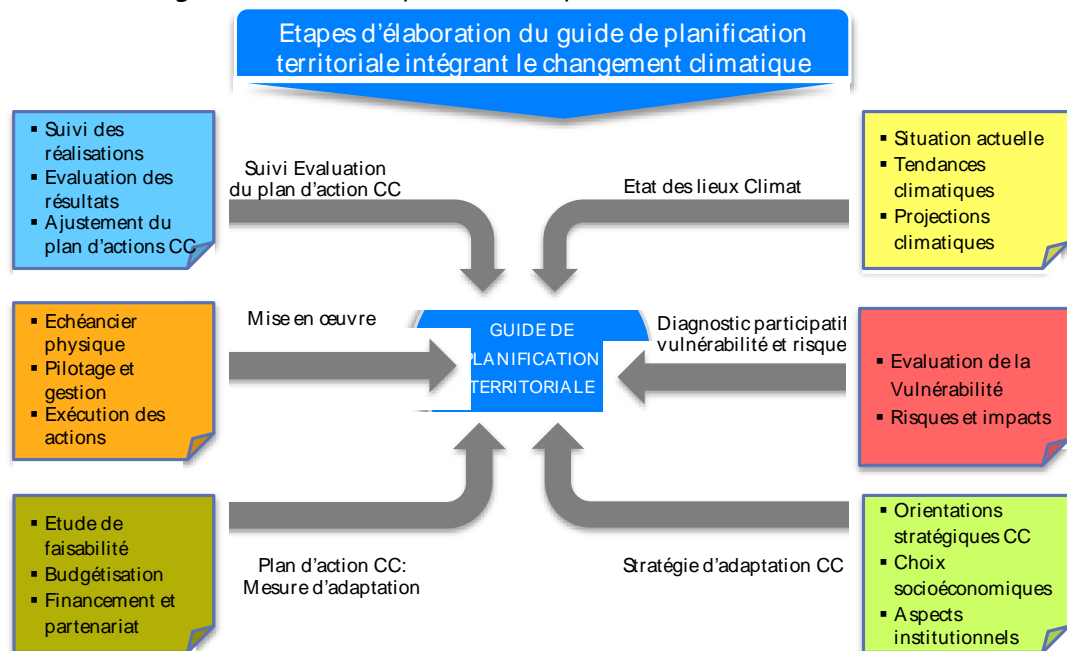
---

Cette partie de l'étude propose un cadrage général du problème de l'adaptation afin d'aider les acteurs publics et privés à construire des stratégies d'adaptation efficaces. Pour ce faire, il dresse les enjeux généraux de l'adaptation, identifie les leviers pertinents de l'action publique puis en décrit les implications pour la conception des stratégies d'adaptation.

L'élaboration du guide méthodologique pour l'intégration des mesures d'adaptation au CC s'inscrit dans le cadre des activités prévues par le projet visant le renforcement des capacités des acteurs locaux et des planificateurs en matière du CC. Selon cette perspective, le projet vise à gérer et réduire les risques posés par le CC dans les systèmes productifs [foret-biodiversité, eau et agriculture] à travers l'introduction d'approches innovantes d'adaptation et la mobilisation, le renforcement et l'accompagnement des capacités locales, selon une approche territoriale.

Le guide expose, selon le modèle (figure 39), les étapes nécessaires pour la formalisation des orientations d'adaptation identifiées pour chacun des secteurs eau, agriculture, forêt et biodiversité. Il constitue une continuité du Système de Suivi et Evaluation (SSE) de la vulnérabilité et adaptation au CC du programme ACCN dans la région Marrakech Safi.

Figure 44 : Etapes d'élaboration du guide méthodologique pour l'intégration du changement climatique dans la planification territoriale



Le guide prend comme point de départ la phase de diagnostic de la mission 1, de ce travail.

Les stratégies et mesures d'adaptation seront fondées sur les mises à jour des résultats:

- des évaluations de la vulnérabilité, tenant compte des objectifs de développement, les considérations des parties prenantes et les ressources disponibles ;
- des données climatiques dans la Région ; et
- du benchmark sur les actions liées à l'adaptation dans la Région Marrakech Safi.

L'approche devrait permettre de répondre aux engagements du pays à l'échelle internationale dans le cadre de la CCUN-CC, de renforcer les grandes orientations du Maroc en matière de décentralisation et de mise en valeur de la Région, et de servir d'actions pilotes pour le lancement de projets similaires pour d'autres zones à écologie fragile comme les zones de montagne et les zones littorales. Un guide méthodologique, pour chacun des secteurs eau, agriculture et forêt/Biodiversité, constituant une base permettant de répliquer



l'approche de travail et d'élaborer des cadres d'orientation pour l'adaptation dans d'autres régions, notamment au sein de pays partenaires africains.

- **6.1. Principes pour une adaptation efficace**

---

L'adaptation dépend de la région et du contexte et il n'existe pas d'approche unique et appropriée de réduction des risques pour l'ensemble des cas de figure (IPCC, 2012). Les stratégies efficaces de réduction des risques et d'adaptation prennent en compte la dynamique de vulnérabilité et d'exposition, en lien avec les processus socio-économiques, le développement durable et le changement climatique.

- **6.1.1. La vision du Maroc face aux risques climatiques**

Ce travail prend compte les fondements de la vision du Maroc face aux risques d'impacts du changement climatique, cette vision ambitionne de: *"Préserver son territoire et sa civilisation de la manière la plus appropriée, en réagissant efficacement aux vulnérabilités de son territoire et en anticipant une politique d'adaptation qui prépare l'ensemble de sa population et de ses acteurs économiques à faire face à ces vulnérabilités"*.

L'étude reprend aussi les objectifs tracés par le Maroc, en matière d'adaptation, dans sa Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN, 2015), qui trouve son ancrage institutionnel dans la Stratégie Nationale de Développement Durable (SNDD).

- **6.1.2. Les besoins financiers en matière d'adaptation**

Le changement climatique est un processus continu. Par conséquent, la question n'est pas de savoir comment s'adapter à un « nouveau » climat, mais de savoir **comment et à quel coût nous pouvons adapter nos sociétés à un climat « sans cesse changeant »**. L'adaptation doit donc être comprise comme une politique de transition permanente sur le très long terme. Un plan d'adaptation sur quelques années n'est qu'une étape dans ce processus. Plus les actions sont retardées plus les possibilités d'adaptation sont restreintes et plus le coût de l'adaptation augmente.

La négociation sur les moyens pour faire face au changement climatique, notamment pour mobiliser les ressources de nature à aider le pays pour s'adapter est essentielle (ex : le Fond vert pour le climat). Il en découle la nécessité d'assurer le renforcement des capacités des négociateurs. Il est nécessaire de mettre en place des mesures incitatives et mécanismes de financements dédiés au changement climatique. des options de financement substantiel pourraient être octroyées, en sus de l'aide publique au développement (APD) soit à travers les coopérations multilatérales et bilatérales, soit par le biais des projets de coopération décentralisée entre collectivités étrangères ou encore grâce aux opportunités offertes par les nouveaux fonds d'adaptation.

### • 6.1.3. Outils d'aide à la décision

Pour ce faire, l'usage d'outils permettant de valider les options d'adaptation, de les intégrer dans les processus de développement, de les suivre et évaluer est apparu comme une nécessité.

Parmi les outils existant il a fallu identifier ceux qui permettent de favoriser (a) l'identification des capacités d'adaptation au changement climatique, (b) leur planification au sein des projets/programmes, et (c) leur suivi et évaluation pour mesurer la contribution du programme/projet au renforcement desdites capacités d'adaptation.

L'outil présenté dans ce guide, CRiSTAL un outil de planification et de gestion de projets (outil d'identification des risques au niveau communautaire –Adaptation et moyens d'existence), a été sélectionné sur la base des critères suivants :

- Capacité de rendre compte des progrès faits en matière de renforcement des capacités d'adaptation au changement climatique à différentes échelles administratives et géographiques ;
- Capacités à prendre en compte la vulnérabilité et les capacités d'adaptation au changement climatique de communautés locales, soit pour des projets en cours d'exécution, soit au moment de l'identification des projets ;
- Caractère participatif de l'outil qui permet aux communautés locales de partager leurs connaissances et d'apprendre des autres ; ce qui représente une valeur ajoutée pour les interventions de développement ;
- Caractère à intégrer le genre dans le processus d'adaptation;
- Facilité d'utilisation par des acteurs peu familiers avec les concepts de changement climatique et de suivi-évaluation ;
- Facilité d'intégration dans le dispositif de suivi-évaluation de la gestion axée sur les résultats.

#### Encadré 1: CRiSTALUn outil qui répond à la demande

CRiSTAL un outil de planification et de gestion de projets (outil d'identification des risques au niveau communautaire –Adaptation et moyens d'existence), il a été conçu par UICN, IIDD, SEI-E-U et l'Inter-coopération. L'outil vise à aider les planificateurs et les gestionnaires de projets à intégrer aux projets communautaires les notions de réduction des risques et l'adaptation aux changements climatiques.

>> comprendre les liens existant entre un projet de développement et sa contribution à l'adaptation au climat. Le raisonnement à la base d'un projet de développement peut être la volonté de résoudre un ou plusieurs défis de développement tels que la pauvreté, la dégradation environnementale ou l'inégalité de genre.

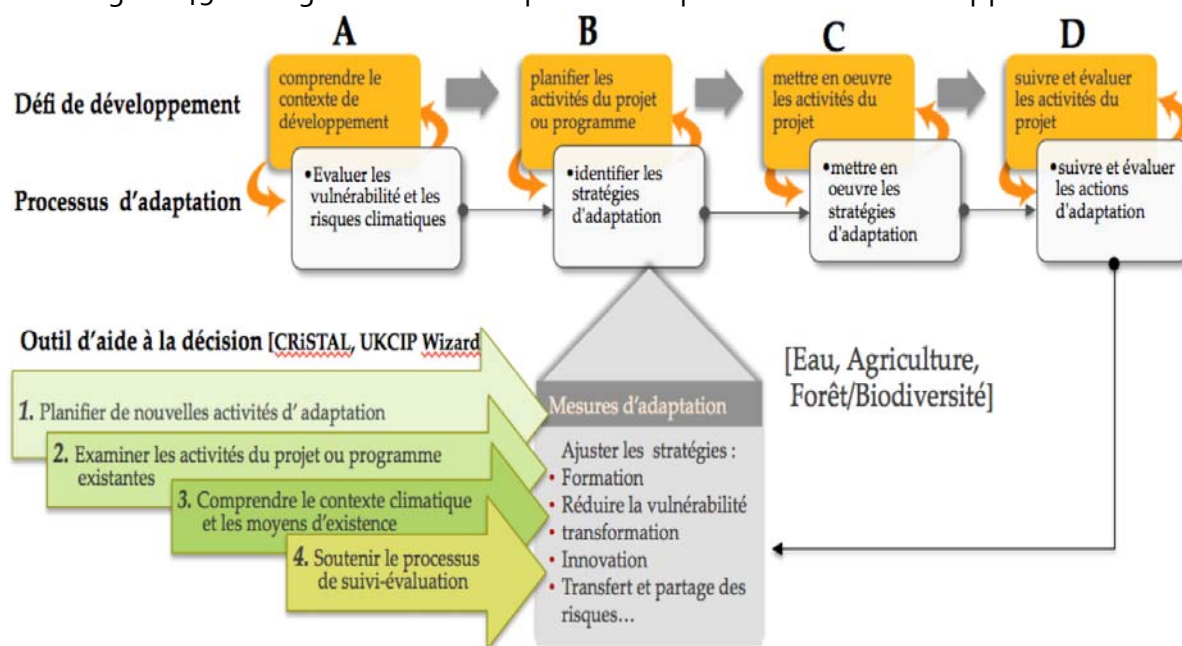
>>aider les planificateurs et gestionnaires de projet à s'assurer que leurs projets soutiennent ou, du moins, ne restreignent pas l'adaptation au climat, de manière à permettre aux communautés d'atteindre leurs objectifs de développement.

## 6.2 Vue d'ensemble de la démarche méthodologique

La figure 40 présente une vue d'ensemble de la démarche méthodologique proposée pour aider les communautés à intégrer l'adaptation au climat dans leurs projets de développement. Elle explique comment utiliser l'outil d'aide à la décision pour intégrer l'adaptation à la variabilité et CC aux processus de développement.

Compte tenu du chevauchement de l'adaptation avec les domaines de développement établis tels que le développement rural ou la réduction des risques de catastrophe, il est essentiel de démontrer l'avantage supplémentaire des projets d'adaptation pour justifier les ressources dépensées.

Figure 45 : Intégration de l'adaptation au processus de développement



Il s'agit d'un processus participatif de collecte et d'analyse des données sur les territoires visant à apprécier collectivement le degré de vulnérabilité en relation avec les enjeux et les risques climatiques. Ensuite, l'accent sera mis sur le recueil, selon les points de vue des acteurs locaux et de la société civile, des mesures **d'adaptation nécessaires** et prioritaires

pour remédier aux problèmes identifiés. Les études d'évaluation conduites pour sélectionner les actions techniquement faisables, financièrement abordables et socialement acceptables.

A ce niveau, un manuel de formation sera élaboré, des ateliers de concertation élargie seront organisés pour valider la liste définitive des actions à entreprendre pour chaque secteur séparément ou pour l'ensemble des secteurs agrégés. Ces dernières seront structurées sous forme de plan d'adaptation-climat à l'échelle de chacune des zones concernées, pour les secteurs eau, agriculture et forêt, avec respectivement une budgétisation et un chronogramme de mise en œuvre des mesures retenues.

- **Cycle du projet et défi de développement** : Le processus de mise en œuvre d'une intervention de développement est généralement décrit par le « cycle du projet » qui comporte quatre étapes générales : **A-** comprendre le contexte de développement, **B-** planifier, **C-** mettre en œuvre puis **D-** suivre et évaluer les activités du projet (figure 40).

- **Processus d'adaptation** : Ce processus qui consiste, à répondre au cycle du projet et à s'adapter à la variabilité et aux CC comprend aussi en général quatre grandes étapes :

- l'évaluation de la vulnérabilité et des risques climatiques,
- l'identification des stratégies d'adaptation et de leur caractère prioritaire,
- la mise en œuvre de stratégies d'adaptation et
- le suivi et l'évaluation des mesures d'adaptation.

Ces étapes s'associent parfaitement aux étapes du cycle du projet, démontrant ainsi **comment l'adaptation pourrait être incorporée dans les projets de développement** — en d'autres termes, l'évaluation des vulnérabilités et des risques présents et à venir pourrait faire partie des efforts investis pour mieux comprendre le contexte de développement ; les stratégies d'adaptation pourraient être incluses dans la liste des activités de projet prévues.

**Cette démarche** va permettre aux utilisateurs de :

- (i) comprendre le contexte climatique et les moyens d'existence d'une communauté ou d'une zone ciblée ;
- (ii) examiner les activités existantes du projet pour en évaluer l'impact sur les ressources essentielles aux moyens d'existence qui sont importantes pour l'adaptation au climat, et réviser ces activités dans ce sens ;
- (iii) planifier de nouvelles activités liées au projet qui prennent en compte l'adaptation au climat ; et
- (iv) soutenir le processus de suivi et d'évaluation.

Il est important de souligner que la démarche peut être menée, selon les objectifs, pour un seul secteur donné (forêt- Biodiversité, Eau, Agriculture, milieu littoral etc.) ou alors être appliquée à l'ensemble des ressources de la zone d'étude.

- ***6.3 Etapes de mise en œuvre de la démarche méthodologique***

---

La démarche méthodologique proposée pour l'intégration du changement climatique dans la planification territoriale et l'élaboration d'un guide méthodologique se déroulera en 3 phases A, B et C divisées en cinq principales étapes 1 à 5.

Pour chaque phase, l'outil guide l'utilisateur à travers différentes étapes analytiques présentant des tâches spécifiques :

- **Phase A** : « Comprendre le contexte climatique et les moyens d'existence » : décrire le contexte des moyens d'existence (étape 1) de la communauté/zone ciblée et ensuite analyser les risques climatiques (étape 2) en précisant **les impacts** des aléas climatiques identifiés et les réponses correspondantes dans la zone de projet. **Les informations collectées et organisées dans ces étapes constituent la base du reste de l'analyse.**

phase	Etapes et processus	principaux résultats
<p><b>A</b></p> <p>Comprendre le contexte climatique et les moyens d'existence foret etc.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: 45%;"> <p><b>1</b> Décrivez le contexte des moyens d'existence</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrivez les <b>activités liées aux moyens d'existence</b>, les acteurs clés, les aspects relatifs au genre et à la diversité et le contexte <b>écologique</b></li> <li>• Évaluez les implications pour votre analyse</li> <li>• Identifiez les <b>ressources essentielles aux moyens d'existence</b> et les personnes qui y ont <b>accès</b> et en ont le <b>contrôle</b></li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: 45%;"> <p><b>2</b> Analysez les risques climatiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentez les <b>changements climatiques</b> observés et anticipés dans la zone ciblée</li> <li>• Identifiez les <b>aléas climatiques</b> actuels et potentiels à l'avenir</li> <li>• Documentez les <b>impacts</b> de ces aléas</li> <li>• Documentez les <b>réponses</b> de la communauté face aux impacts climatiques</li> </ul> </div> </div>	<p>Liste des ressources essentielles aux moyens d'existence des hommes et des femmes les plus touchés par les aléas climatiques et aux réponses qu'ils mettent en place face aux impacts climatiques.</p>

- **Phase B** : « Évaluer les implications du projet » : en se basant sur les informations collectées dans les étapes précédentes (**MISSION 1**), les utilisateurs analysent dans quelle mesure les activités du projet affectent les ressources essentielles aux moyens d'existence qui sont soit vulnérables aux aléas climatiques, soit constituent un élément important de réponses aux impacts de ces aléas. Plus précisément, il s'agit d'évaluer les impacts des activités du projet sur les ressources essentielles aux moyens d'existence les plus importantes dans le cadre de l'adaptation au climat. L'utilisateur peut ensuite réviser les activités du projet (étape 3) dans le but de **réduire l'exposition** ou la **vulnérabilité** des ressources essentielles aux moyens d'existence aux aléas climatiques, ou afin que ces activités contribuent à soutenir l'adaptation au climat au niveau local. L'utilisateur peut aussi élaborer de nouvelles activités de projet (étape 4) en cas d'absence de projet à examiner ou s'il pense qu'un projet existant

nécessite bien plus que des ajustements pour réduire les risques climatiques identifiés dans l'étape 2. Il est en outre demandé à l'utilisateur d'identifier les opportunités et les obstacles à la mise en œuvre des activités révisées et/ou nouvelles du projet.

phase	Etapes et processus	principaux résultats
<p><b>B</b></p> <p>Évaluer les implications pour le projet</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 2px solid #0070C0; padding: 10px; width: 45%;"> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">3</p> <p style="font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">Révisez les activités existantes du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évaluez les impacts des activités du projet sur les ressources essentielles aux moyens d'existence dans le contexte climatique</li> <li>▪ Révisez les activités du projet pour tenir compte de l'adaptation au climat</li> <li>▪ Identifiez les opportunités et les obstacles à la mise en œuvre du projet</li> </ul> </div> <div style="border: 2px solid #0070C0; padding: 10px; width: 45%;"> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">4</p> <p style="font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">Élaborez de nouvelles activités pour le projet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proposez de nouvelles activités pour réduire les risques climatiques identifiés dans l'étape 2</li> <li>▪ Identifiez les critères d'évaluation des activités proposées</li> <li>▪ Organisez par ordre de priorité et sélectionnez les activités proposées en fonction des critères d'évaluation</li> <li>▪ Identifiez les opportunités et les obstacles à la mise en œuvre du projet</li> </ul> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ajustements proposés pour les projets existants</li> <li>▪ Nouvelles activités à caractère prioritaire qui favorisent l'adaptation au climat</li> <li>▪ Liste des opportunités et des obstacles clés à la mise en œuvre de nouveaux projets /projets révisés</li> </ul>

• **Phase C** : « Préparer le processus de suivi et d'évaluation de l'adaptation au climat » : envisager les activités révisées/nouvelles du projet en termes de changements de comportement ou de pratique qu'il/elle souhaite observer d'ici à la fin du projet, comme un résultat de la mise en œuvre des activités d'adaptation (c.-à-d. les résultats d'adaptation), et d'identifier les facteurs importants (climatiques ou non climatiques) qui peuvent influencer les résultats escomptés (c.-à-d. les facteurs contextuels clés).

phase	Etapes et processus	principaux résultats
<p><b>C</b></p> <p>Préparer le processus de suivi et d'évaluation de l'adaptation au</p>	<div style="border: 2px solid #0070C0; padding: 10px; width: 60%; margin: auto;"> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">5</p> <p style="font-weight: bold; margin-bottom: 5px;">Identifiez les éléments clés de votre cadre de suivi et d'évaluation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifiez les changements de comportement ou de pratique que vous souhaitez observer d'ici à la fin de votre projet suite à la mise en œuvre des activités d'adaptation</li> <li>▪ Identifiez les facteurs importants (climatiques et non climatiques) qui peuvent influencer les résultats escomptés</li> </ul> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liste des résultats d'adaptation souhaités et des facteurs d'influence importants demandant à être suivis</li> </ul>



## • 6.4 Guide étape par étape pour l'adaptation

### Étape >> Description du projet relatif aux secteurs [Agriculture, eau forêt et biodiversité]

**Objectif >>** Synthétiser les informations clés relatives au projet de l'utilisateur. Le projet, peut correspondre à un programme, initiative, action déjà en cours, ou alors à développer.

**Processus >>** Fournir les informations de base décrivant le projet à examiner (ou à développer) d'un point de vue climatique. Ces informations comprennent :

- Le nom du projet : le nom ou le titre du projet étant examiné
- Le lieu du projet : la situation géographique du projet (p. ex. village, ville, paroisse, district, province, pays)
- Les agence (s) d'exécution : le nom de la/des organisation(s) ou de la/des institution(s) chargées de la mise en œuvre du projet
- La description du projet : toutes autres informations pertinentes relatives au projet comme : Le type de projet (ex. gestion des ressources naturelles, restauration du paysage forestier, aménagement rural)
- Les objectifs du projet
- La durée du projet (c.-à-d., sa date de début, le nombre de mois ou d'années, sa date de fin)
- Le type et le nombre de bénéficiaires
- Le budget et les bailleurs de fonds

**Méthode >>** Révision des documents existants du projet (ou créer un nouveau projet)

### Étape >> Description des activités existantes du projet [Agriculture, eau forêt et biodiversité]

**Objectif >>** Résumer les activités existantes du projet de l'utilisateur

**Processus >>** Saisir et décrire un ensemble d'activités, ayant lieu au sein de la communauté, en relation avec le projet.

**Méthode >>** Révision des documents existants du projet (le Benchmark accompagnant cette étude pourra servir de ressource pour cette étape)

### Étape >> Description du contexte des moyens d'existence



**Objectif** >>Établir la synthèse des informations concernant les moyens d'existence des communautés ciblées et en évaluer les implications par la suite de l'analyse.

**Processus** >>Décrire le contexte des moyens d'existence, ainsi que leurs implications et interactions au sein des communautés ciblées:

- **Moyens d'existence/groupes** : (ex. l'agriculture de subsistance, la pêche, le tourisme) ainsi que le nombre et le type de groupes sociaux impliqués dans ces activités;
- **Acteurs clés** : les activités des acteurs internes ou externes pertinents présents dans la zone en question ou y exerçant une influence importante, positive ou négative (ex. les agences gouvernementales, les ONG, les entreprises du secteur privé).
- **Genre et diversité** : les informations ou observations secondaires portant sur le genre, l'âge ou les autres groupes sociaux ; les inégalités dans l'accès et le contrôle des ressources essentielles, y compris les revenus, les préférences alimentaires, ...etc.
- **Contexte écologique** : le type d'écosystème et des renseignements sur son niveau de dégradation environnementale.
- Réfléchir à leurs implications pour l'analyse.

**Méthode** >>Expérience de l'utilisateur dans la zone/communauté ciblée, étude documentaire et entretiens avec des informateurs clés qui ont vécu et travaillé dans la zone couverte par l'analyse.

**Étape**>> Description des ressources essentielles aux moyens d'existence relatives aux secteurs [Agriculture, eau forêt et biodiversité]

**Objectif** >> Identifier les principales ressources essentielles aux moyens d'existence des communautés ciblées.

**Processus** >>Préciser le type de ressources de la zone d'étude et les personnes qui ont en l'accès et ceux qui en assurent le contrôle :

- **Les ressources naturelles** : l'eau, les forêts, l'agriculture et les ressources halieutiques, ainsi que les services écosystémiques qui y sont associés
- **Les ressources physiques** : les infrastructures (telles que les routes, les écoles) et le capital productif (outils, machines) nécessaires au transport, aux bâtiments, à la gestion de l'eau, à l'énergie et aux communications.
- **Les ressources financières** : la disponibilité d'espèces ou de leur équivalent (économies, espèces, dépôts bancaires, liquidités comme le bétail et les bijoux, mais aussi les rentrées d'argent régulières comme un salaire, des allocations de retraite ou autres transferts d'argent versés par l'État, et autres paiements) qui permettent aux personnes d'adopter différents moyens d'existence.
- **Les ressources humaines** : les compétences, les connaissances, la capacité à

travailler et un bon état de santé nécessaires au maintien des moyens d'existence.

- **Les ressources sociales** : l'ensemble des relations sociales (c.-à-d. les réseaux, l'appartenance à des groupes plus formalisés, les relations de confiance, de réciprocité et d'échanges) dont les personnes ont besoin pour maintenir leurs moyens d'existence.
- **Les ressources politiques** : l'accès aux processus de prise de décision, les relations de pouvoir.

Pour chaque ressource, veuillez préciser qui y a accès et qui en a le contrôle.

#### Méthode >> Consultations communautaires

- Dresser une carte de la communauté ou de la région d'étude, y reporter les infrastructures et les ressources clés de la communauté (ex. les récoltes, le bétail, les maisons, les écoles, les mosquées, les établissements de santé, les routes, les plans d'eau/fleuves, les êtres humains, les groupes communautaires, etc.). Il sera nécessaire d'y inclure une légende dans le cas d'utilisation de symboles.
- identifier les ressources les plus importantes pour les moyens d'existence.
- Déterminez le caractère prioritaire des ressources avec le groupe
- abordez la question de l'accès et du contrôle des ressources.

#### Étape >> Résumé des informations relatives aux changements climatiques observés et anticipés

**Objectif >>** Faire le récapitulatif des informations ayant trait aux changements climatiques observés ou anticipés affectant la/les communauté(s) ciblée(s).

**Processus >>** Saisir les informations relatives aux CC qui affectent la zone ciblée comme suit :

- **Les CC observés (actuels)** : les informations concernant les changements antérieurs affectant les conditions climatiques et les événements climatiques extrêmes qui ont eu lieu au cours des dernières décennies dans le pays ou dans la zone du projet, selon (i) les données de la mission 1; (ii) les sources scientifiques et (iii) les consultations auprès de groupes de discussion.
- **Changements climatiques à venir** : les informations ayant trait aux changements à venir selon les sources scientifiques uniquement (températures, précipitations, événements extrêmes et autres phénomènes importants (p. ex. submersion, invasion acridienne).

#### Étape >> Description des aléas climatiques actuels et potentiels à l'avenir

**Objectif >>** Identifier et décrire les principaux aléas climatiques actuels et potentiels à l'avenir ainsi que les menaces non climatiques affectant la/les communauté(s) ciblée(s).

**Processus** >> saisir les principaux aléas climatiques de la zone de projet; les orages, les inondations ou les sécheresses, les feux, mouvements de terrains, submersions marines. Pour chaque aléa climatique sélectionné, préciser : sa fréquence, son intensité, son évolution future en fonction des changements climatiques.

**Méthode** >> Aléas climatiques et non climatiques actuels : les consultations communautaires vous permettront de rassembler la plupart de ces informations. Nous vous recommandons de faire un exercice de cartographie des ressources et des aléas climatiques.

#### Étape >> Analyse des risques climatiques

**Objectif** >> Comprendre les **impacts** des aléas climatiques actuels et potentiels à l'avenir sur les ressources essentielles aux moyens d'existence.

**Processus** >> Saisir les informations ayant trait aux impacts des aléas climatiques sur la/les communauté(s) ciblée(s). Pour chaque aléa climatique actuel ou potentiel à l'avenir identifié dans l'étape précédente, identifier :

- **Les impacts directs** : Les effets immédiats, positifs et/ou négatifs, d'un aléa climatique sur les ressources naturelles, physiques et humaines ;
- **Les impacts indirects** : Les conséquences, positives et/ou négatives, des impacts directs sur les ressources essentielles aux moyens d'existence au niveau local ;
- **Les autres causes d'impact** : Les autres facteurs qui contribuent à la gravité des impacts directs et indirects (p. ex. l'érosion des sols contribuant à la perte des récoltes). D'autres tendances et changements non climatiques (p. ex. la pauvreté, la dégradation environnementale) peuvent exacerber les impacts négatifs des aléas climatiques affectant les ressources essentielles aux moyens d'existence.

#### Étape >> Identification et évaluation des stratégies de réponse existantes

**Objectif** > Identifier les stratégies de réponse efficaces et durables, y compris les ressources essentielles aux moyens d'existence nécessaires à leur mise en œuvre.

**Processus** > Saisissez les informations relatives aux stratégies de réponse actuelles et alternatives en fonction des impacts clés identifiés dans l'étape précédente.

- **Stratégie(s) de réponse actuelle(s)** : identifiez la/les stratégie(s) de réponse actuelle(s) pour chaque combinaison d'impacts directs et indirects.
- **Durabilité** : expliquer si la communauté considère la/les stratégie(s) durable(s) ou non. Expliquer pourquoi elle est considérée comme durable ou non, pour combien de temps et pour quels membres de la communauté.
- **Stratégies alternatives** : si certaines stratégies de réponse ne sont pas durables, identifier des stratégies alternatives potentielles.

- **Évolution** : en considérant les projections de CC, identifier dans quelle mesure chaque stratégie de réponse actuelle ou alternative pourrait évoluer.
- **Ressources externes** : identifiez les autres ressources essentielles aux moyens d'existence potentielles nécessaires à la mise en œuvre des différentes stratégies de réponse et qui n'ont pas été listées précédemment.

#### Étape >> Révision des activités actuelles du projet

**Objectif**> Évaluer et revoir les activités planifiées du projet conçues pour favoriser l'adaptation au climat.

**Processus**> Une fois que les activités existantes du projet ont été saisies

- Évaluer l'impact de chaque activité existante du projet sur les ressources essentielles (services) aux moyens d'existence que vous avez identifiées comme étant vulnérables aux aléas climatiques et/ou comme étant importantes au regard des stratégies de réponse, sur une échelle de -2 (impact très négatif) à +2 (impact très positif).
- Expliquer les impacts positifs et/ou négatifs de chaque activité existante du projet sur les ressources essentielles aux moyens d'existence qui jouent un rôle essentiel dans l'adaptation au climat.
- Élaborer des activités de projet révisées qui minimisent les impacts négatifs et d'autres qui maximisent les positifs.

#### Étape >> Identification de nouvelles activités du projet : l'éventail d'options d'adaptation

Les mesures d'adaptation permettent de maintenir les risques climatiques à un niveau acceptable pour la communauté, et permettent de profiter de toutes les opportunités positives

**Objectif** >> Proposer de nouvelles activités de gestion des risques climatiques.

**Processus**>> Proposer de nouvelles activités qui favorisent l'adaptation au climat dans la/les communauté(s) ciblée(s) et les décrire.

L'adaptation planifiée est souvent décrite comme le Renforcement des Capacités Adaptatives (Building Adaptive Capacity (BAC)), mais aussi comme la Mise en œuvre des Actions d'Adaptation (Delivering Adaptation Actions (DAA)). Dans la pratique, de nombreuses actions de renforcement des capacités sont également des mesures d'adaptation, mais la distinction entre les deux peut aider à réfléchir autour des options.

Le BAC consiste à **développer la capacité institutionnelle** pour répondre efficacement au CC. Cela consiste à rassembler les informations essentielles et de créer les conditions

réglementaires, institutionnelles et administratives nécessaires pour entreprendre des actions d'adaptation. Le BAC activités comprennent:

- La collecte et partage de l'information (par exemple, entreprendre des recherches, suivi de dossiers de données et d'entreprise, et la sensibilisation à travers des initiatives d'éducation et de formation) ;
- La création d'un cadre institutionnel favorable (l'évolution des normes, des lois et directives concernant les meilleures pratiques, et l'élaboration de politiques appropriées, des plans et des stratégies) ;
- La création de structures de soutien social (évolution des systèmes d'organisation interne, le personnel de développement ou d'autres ressources pour fournir les mesures d'adaptation, et de travailler en partenariat).

La Mise en œuvre des Actions d'Adaptation (DAA) consiste à prendre des actions concrètes soit pour réduire la vulnérabilité aux risques climatiques, soit à exploiter les opportunités positives et peut aller de simples solutions de faible technologie à des projets d'infrastructure de grande envergure. DAA peut inclure:

- Accepter les impacts, et supporter les pertes qui résultent de ces risques (par exemple gestion du recul en réponse à l'élévation du niveau de la mer, abandon des champs à cause de la sécheresse prolongée);
- Transfert et partage des risques (par exemple par l'assurance);
- Eviter ou réduire l'exposition aux risques climatiques (par exemple construire de nouvelles défenses contre les inondations, ou changer l'emplacement ou l'activité);
- Exploiter de nouvelles possibilités (par exemple s'engager dans une nouvelle activité, ou changer de pratiques pour profiter de l'évolution des conditions climatiques).

Une autre façon de considérer les options d'adaptation est de penser aux types d'actions qui peuvent être prises:

- temporaire (par exemple, utiliser de grands parasols pour réduire les gains de chaleur solaire)
- gestion (par exemple introduire des horaires flexibles, faciliter le travail à domicile)
- technique (par exemple améliorer la protection contre les inondations)
- stratégique (par ex nouveau bâtiment avec un design résilient au CC dans le cadre d'un programme prévu).

### Étape >> Sélection des critères d'évaluation des options d'adaptation

**Objectif >>** Identifier les critères d'évaluation qui serviront à sélectionner de nouvelles activités de gestion des risques climatiques.

**Processus >>** Choisir les critères selon lesquels vous évaluerez et traiterez en priorité les activités de gestion des risques climatiques proposées. Une sélection de critères est proposée par défaut. Évaluer l'importance relative des critères dans le cadre de l'élaboration

des stratégies d'adaptation. Degré d'importance de 1 (pas très important) à 5 (très important).

Les critères par défaut comprennent:

- Efficacité: est ce que les actions répondent aux objectifs?
- Efficacité: les avantages dépassent-ils les coûts?
- Équité : l'action ne devrait pas nuire à d'autres régions ou groupes vulnérables
- Flexibilité : est-elle flexible et permet-elle les ajustements et la mise en œuvre progressive?
- Durabilité : contribue-t-elle aux objectifs de développement durable, et est-elle elle-même durable?
- Pratique : l'action peut-elle être mise en œuvre sur des échelles de temps pertinentes?
- Légitimité : l'action est-elle politiquement et socialement acceptable?
- Urgence : combien de temps pourrait-il être mis en œuvre?
- Coûts : considère les coûts sociaux et environnementaux, et pas seulement économiques.
- Robuste : est en mesure de faire face à une gamme de projections du climat futur?
- Synergies / cohérence avec les autres objectifs stratégiques : peut-il aider à atteindre d'autres objectifs?
- Les autres facteurs que la communauté ou organisation considèrent importants.

Étape >>Évaluation et caractère prioritaire des nouvelles activités du projet: Quel niveau d'adaptation est nécessaire?

**Objectif>>** Évaluer et déterminer le caractère prioritaire des nouvelles activités de gestion des risques climatiques.

**Processus >>** évaluer les nouvelles activités proposées par rapport à leurs critères d'évaluation (impact positif ou négatif).

En dépit de la confiance accordée aux tendances générales pour notre climat futur, nous ne pouvons être exactement certains sur le degrés de changement qui se produira, encore moins sur ce que seront les impacts. En conséquence, il y aura une certaine incertitude sur le niveau «idéal» de l'adaptation nécessaire.

Pour réfléchir aux options d'adaptation, il est important de comparer les avantages de l'adaptation avec les coûts de mise en œuvre, actualisés au fil du temps. L'option d'adaptation à choisir doit offrir le bénéfice net le plus élevé, en tenant compte des risques et des incertitudes entourant les changements climatiques. L'adaptation nécessaire à prévoir exigera de trouver un équilibre adéquat entre:

- Ne pas s'adapter et d'accepter et assumer les coûts et les conséquences;

- S'adapter à un niveau de risque et d'accepter les coûts des risques restants ou résiduels;
- Accepter le coût d'un plan d'adaptation et les avantages de ces actions. Par exemple:

Coût de l'adaptation	Risque climatique	Caractéristiques
faible	élevé	Cas évident en faveur de l'adaptation
élevé	faible	plan d'adaptation peut être disproportionnée par rapport aux risques
faible	faible	quelques inconvénients, quel que soit le choix effectué
élevé	élevé	un plan d'adaptation a besoin d'un équilibre délicat comme les risques sont très élevés pour le planificateur.

### Étape >> Identification des opportunités et des obstacles à la mise en œuvre du projet

**Objectif**>> Identifier les opportunités et les obstacles à la mise en œuvre des activités du projet.

**Processus** >> Après l'exploration des activités révisées et/ou nouvelles dans la région, identifier les éléments suivants :

- **Opportunités** : lister tous les facteurs qui faciliteront la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. un soutien local solide, les synergies avec d'autres projets, les perspectives de **financement**, la volonté politique).
- **Obstacles** : lister tous les facteurs qui pourront entraver la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. le scepticisme de la population locale, d'autres initiatives comptant des activités similaires, le manque de financement, l'opposition politique, etc.).
- **Implications** : observez ce que l'ensemble des opportunités et des obstacles signifie pour l'activité (p. ex. la nécessité de consultations supplémentaires avec la population locale en cas de scepticisme, consultez d'autres équipes de projet pour tirer profit des synergies et **éviter** la duplication des activités, avancez rapidement pour tirer profit d'une opportunité de financement, impliquez les responsables politiques, etc.).

Il est beaucoup moins cher et plus facile à intégrer des options d'adaptation à l'étape de la conception que de les introduire tard dans le processus de planification, ou après un atout ait été construit. Rappelez-vous que l'adaptation proactive est généralement plus efficace et moins coûteuse que l'adaptation réactive.

### Étape >> Identification des éléments clés d'un cadre de suivi et d'évaluation

1  
1  
1

**Objectif** >>faire le récapitulatif des informations pertinentes propres à chaque activité nouvelle/révisée du projet à prendre en compte dans le cadre de suivi et d'évaluation.

**Processus** >>pour chaque activité révisée/nouvelle du projet, identifier:

- **Un énoncé de résultats** : le changement de comportement ou de pratique attendus la fin du projet ou du programme résultant de la mise en œuvre des activités d'adaptation.
- Ce changement de comportement ou de pratique peut, par exemple, accroître la capacité des femmes et des hommes à minimiser l'influence des risques climatiques sur leurs moyens d'existence. Identifier des résultats concrets et mesurables. – Exemple : « la réduction des pertes moyennes annuelles sur les récoltes dues à la sécheresse en raison de la diversification des cultures ».
- **Des facteurs contextuels clés** : les facteurs importants (climatiques et non climatiques) qui peuvent influencer la probabilité de réussite des résultats escomptés. –Exemple : « la fréquence et la sévérité des sécheresses, l'activité d'un institut de microfinance régional qui pourrait faciliter l'obtention du résultat escompté ».



## **1.4 . Guide méthodologique pour le développement d'un cadre d'orientation pour l'adaptation appropriée aux changements climatiques dans la Région, secteur Forêt/Biodiversité**

Étapes	Actions
<b>1.</b> Description du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les informations pertinentes relatives au projet (p. ex. restauration forestière et conservation de la biodiversité)</li> <li>▪ Les objectifs du projet</li> <li>▪ Le type et le nombre de bénéficiaires</li> <li>▪ Le budget et bailleurs de fonds</li> </ul>
<b>2.</b> Activités du projet (existantes ou à proposer)	Décrire l'ensemble des activités, ayant lieu au sein de la communauté, en relation avec le projet. Ex. réhabiliter le couvert forestier avec priorité aux espèces autochtones, étendre l'emprise des reboisements en dehors du domaine forestier
<b>3.</b> Contexte des moyens d'existence	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décrire les principales caractéristiques des forêts de la région, taille, type, âge et santé des forêts; les espèces endémiques clé et la biodiversité dans les forêts; les détails sur l'apparition de ravageurs et maladies, les espèces et les écosystèmes touchés.</li> <li>▪ Décrire qui a accès et qui a le contrôle sur les forêts.</li> </ul>
<b>4.</b> Ressources essentielles aux moyens d'existence	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ identifier les principaux services écosystémiques qui étayent les moyens de subsistance.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Les services d'approvisionnement:</b> nourriture, bois, fibres, ressources génétiques.</li> <li>○ <b>Les services de régulation:</b> la qualité de l'air, la régulation du climat, contrôle de l'érosion,</li> <li>○ <b>Les services culturels:</b> les loisirs et les expériences esthétiques.</li> </ul> </li> <li>▪ Évaluer l'importance des services écosystémiques à des groupes de subsistance identifiés.</li> </ul>
<b>5.</b> Changement climatique observés et anticipés	<p>récapitulatif des informations ayant trait aux CC observés ou anticipés affectant la/les communauté(s) ciblée(s) et le domaine forestier.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les CC observés (actuels) selon (i) les données de la mission 1 de cette étude; (ii) les sources scientifiques et (iii) les consultations auprès de groupes de discussion.</li> <li>▪ CC à venir selon les sources scientifiques uniquement (mission 1 de cette étude).</li> </ul>
<b>6.</b> Aléas climatiques actuels et potentiels à l'avenir	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ saisir les principaux aléas climatiques de la zone de projet; les orages, les inondations ou les sécheresses, les feux, mouvements de terrains, submersions marines.</li> <li>▪ pour chaque aléa climatique sélectionné, préciser : sa fréquence, son intensité, son évolution future en fonction des CC et son importance pour le secteur forêt.</li> <li>▪ cartographie des ressources forestières et des aléas climatiques.</li> </ul>
<b>7.</b> Risques climatiques	<p>Pour chacun des aléas identifiés dans l'étape précédente, préciser les</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ impacts sur les forêts: effets directs, positifs ou négatifs,</li> <li>▪ impacts sur les services écosystémiques fournis par les forêts (identifiés au point 4)</li> <li>▪ Impacts sur les groupes et moyens de subsistance.</li> </ul>
<b>8.</b> Identification et évaluation des stratégies de réponse existantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>stratégies de réponse actuelles:</b> Identifier les stratégies actuelles de réponse pour chaque combinaison des impacts directs et indirects.</li> <li>• <b>Durabilité:</b> Déterminer si la communauté considère les stratégies durables ou non</li> <li>• <b>Des stratégies alternatives:</b> Dans le cas de certaines stratégies d'intervention ne sont pas durables, identifier des stratégies alternatives potentielles.</li> <li>• <b>les services écosystémiques</b> (obligatoires pour la mise en œuvre des stratégies actuelles ou alternatives)</li> <li>• <b>Ressources externes:</b> Identifier d'autres services ou ressources potentielles nécessaires pour mettre en œuvre les différentes stratégies d'intervention</li> </ul>
<b>9.</b> Révision des activités actuelles du projet	<p>Évaluer et revoir les activités planifiées du projet conçues pour favoriser l'adaptation au climat.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évaluez l'impact de chaque activité existante du projet sur les ressources essentielles aux moyens d'existence identifiées comme étant vulnérables aux aléas climatiques, sur une échelle de -2 (impact très négatif) à +2 (impact très positif);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Expliquez les impacts positifs et/ou négatifs de chaque activité existante sur les services écosystémiques qui jouent un rôle essentiel dans l'adaptation au climat.</li> <li>▪ Élaborez des activités de projet révisées, ou nouvelles, qui minimisent les impacts négatifs et d'autres qui maximisent les positifs.</li> </ul>
<p><b>10.</b> Nouvelles activités et mesures de gestion des risques climatiques</p>	<p>cibler des groupes particulièrement vulnérables, et s'assurer que les nouvelles activités ne sont pas conflictuelles au sein des groupes spécifiques de la communauté.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Les services écosystémiques:</b> nouvelles mesures de GRC devraient cibler: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les Services écosystémiques identifiés comme sensibles au climat</li> <li>○ Les Services importants pour les stratégies de réponse durable des écosystèmes.</li> </ul> </li> <li>▪ <b>L'accès</b> et le contrôle sur les ressources forestières (et les services écosystémiques qu'ils fournissent) qui sont importantes pour répondre aux impacts des CC</li> <li>▪ <b>Le changement climatique:</b> Pertinence des nouvelles activités dans le contexte d'un CC dans les courts et long termes.</li> <li>▪ <b>Réponses:</b> Viser les solutions identifiées par les acteurs locaux eux-mêmes</li> </ul>
<p><b>11.</b> Sélection des critères d'évaluation</p>	<p>des critères d'importance équivalente sont proposés par défaut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aide aux groupes vulnérables</li> <li>▪ Durabilité dans le cadre de changements climatiques à long terme</li> <li>▪ Faisabilité politique</li> <li>▪ Adéquation culturelle</li> <li>▪ Rentabilité à long terme</li> </ul>
<p><b>12.</b> Évaluation et caractère prioritaire des nouvelles activités du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évaluez dans quelle mesure chaque activité proposée contribue à chaque critère de sélection en choisissant une valeur entre -2 (l'activité aura un impact très négatif sur le critère) et +2 (impact très positif).</li> <li>▪ expliquer les raisons de la valeur attribuée dans le champ prévu à cet effet. Cela vous permettra de justifier plus tard le degré de priorité que vous avez attribué à chaque activité.</li> </ul>
<p><b>13.</b> Identifier le potentiel d'atténuer les émissions de GES</p> <p>Evaluer le potentiel de participer à la REDD+</p>	<p>Développer une stratégie REDD+.</p> <p>L'adoption de la stratégie REDD+ est incitative à plusieurs égards, notamment en vue de réduire les émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts, et de renforcer le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestier</p> <p>Mener la REDD+ en tenant compte des différentes stratégies marocaines de protection et réhabilitation des forêts. L'orientation carbone ne doit pas faire oublier les autres biens et services. Il doit s'agir d'un outil au bénéfice de ces services et d'une approche</p>
<p><b>14.</b> Identification des opportunités et des obstacles à la mise en œuvre du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Opportunités :</b> facteurs qui faciliteront la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. un soutien local solide, les synergies avec d'autres projets, les perspectives de financement, la volonté politique).</li> <li>▪ <b>Obstacles :</b> facteurs qui pourront entraver la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. le scepticisme de la population locale, le manque de financement, l'opposition politique, etc.).</li> <li>▪ <b>Implications :</b> que signifie l'ensemble des opportunités et des obstacles pour l'activité?</li> </ul>
<p><b>15.</b> Identification des éléments clés du cadre de suivi et d'évaluation</p>	<p>surveiller sur la durée l'évolution du projet en termes d'activités, d'apports, de réalisations, d'objectifs et de résultats ainsi que le contexte dans lequel il est mis en œuvre. Le processus d'évaluation utilise les informations du suivi pour évaluer si les objectifs proposés sont réalisés ou non, et pourquoi.</p>

## **1.5 . Guide méthodologique pour le développement d'un cadre d'orientation pour l'adaptation appropriée aux changements climatiques dans la Région, secteur Eau**

Étapes	Actions
<b>1.</b> Description du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ les informations pertinentes relatives au projet (p. ex. Gestion intégrée des Ressources en Eau, offre et demande en eau, projets de collecte des eaux pluviales...)</li> <li>▪ Les objectifs du projet</li> <li>▪ Le type et le nombre de bénéficiaires</li> <li>▪ Le budget et bailleurs de fonds</li> </ul>
<b>2.</b> Activités du projet (existantes ou à proposer)	Décrire l'ensemble des activités, ayant lieu au sein de la communauté, en relation avec la gestion intégrée des ressources en eau. (par ex. rendre la collecte des eaux pluviales une pratique courante tout en respectant le cadre réglementaire et sanitaire en vigueur).
<b>3.</b> Contexte des moyens d'existence	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décrire les principales caractéristiques des milieux hydriques de la région, eaux souterraines, eaux de surface, cours d'eau, pollution</li> <li>▪ Décrire qui a accès et qui a le contrôle sur les différents types d'eau.</li> </ul>
<b>4.</b> Ressources essentielles aux moyens d'existence	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ identifier les principaux services écosystémiques qui étayent les moyens de subsistance.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Les services d'approvisionnement:</b> eaux potables et eau pour l'agriculture, Hammam...</li> <li>○ <b>Les services de régulation:</b> la régulation du climat, la régulation des inondations</li> <li>○ <b>Les services culturels:</b> les loisirs et les expériences esthétiques (ex Ourika)</li> </ul> </li> <li>▪ Évaluer l'importance des services écosystémiques à des groupes de subsistance identifiés.</li> </ul>
<b>5.</b> Changement climatique observés et anticipés	<p>récapitulatif des informations ayant trait aux CC observés ou anticipés affectant la/les communauté(s) ciblée(s) et le domaine hydrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les CC observés (actuels) selon (i) les données de la mission 1 de cette étude; (ii) les sources scientifiques et (iii) les consultations auprès de groupes de discussion.</li> <li>▪ CC à venir selon les sources scientifiques uniquement (mission 1 de cette étude).</li> </ul>
<b>6.</b> Aléas climatiques actuels et potentiels à l'avenir	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ saisir les principaux aléas climatiques de la zone de projet; les orages, les inondations ou les sécheresses, les mouvements de terrains, submersions marines.</li> <li>▪ pour chaque aléa climatique sélectionné, préciser : sa fréquence, son intensité, son évolution future en fonction des CC et son importance pour le secteur eau.</li> <li>▪ cartographie des ressources liées à l'eau et des aléas climatiques.</li> </ul>
<b>7.</b> Risques climatiques	<p>Pour chacun des aléas identifiés dans l'étape précédente, préciser les</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ impacts sur les l'eau: effets directs, positifs ou négatifs,</li> <li>▪ impacts sur les services écosystémiques fournis par les écosystèmes aquatiques (identifiés au point 4)</li> <li>▪ Impacts sur les groupes et moyens de subsistance.</li> </ul>
<b>8.</b> Identification et évaluation des stratégies de réponse existantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>stratégies de réponse actuelles:</b> Identifier les stratégies actuelles de réponse pour chaque combinaison des impacts directs et indirects.</li> <li>• <b>Durabilité:</b> Déterminer si la communauté considère les stratégies durables ou non</li> <li>• <b>Des stratégies alternatives:</b> Dans le cas de certaines stratégies d'intervention ne sont pas durables, identifier des stratégies alternatives potentielles.</li> <li>• <b>les services écosystémiques</b> (obligatoires pour la mise en œuvre des stratégies actuelles ou alternatives)</li> <li>• <b>Ressources externes:</b> Identifier d'autres services ou ressources potentielles nécessaires pour mettre en œuvre les différentes stratégies d'intervention</li> </ul>
<b>9.</b> Révision des activités actuelles du projet	<p>Évaluer et revoir les activités planifiées du projet conçues pour favoriser l'adaptation au climat.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évaluez l'impact de chaque activité existante du projet sur les ressources essentielles aux moyens d'existence identifiées comme étant vulnérables aux aléas climatiques, sur une échelle de -2 (impact très négatif) à +2 (impact très positif);</li> <li>▪ Expliquez les impacts positifs et/ou négatifs de chaque activité existante sur les services</li> </ul>

1  
1  
5

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

<p><b>10.</b> Nouvelles activités et mesures de gestion des risques climatiques</p>	<p>écosystémiques qui jouent un rôle essentiel dans l'adaptation au climat.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Élaborez des activités de projet révisées, ou nouvelles, qui minimisent les impacts négatifs et d'autres qui maximisent les positifs.</li> </ul> <p>cibler des groupes particulièrement vulnérables, et s'assurer que les nouvelles activités ne sont pas conflictuelles au sein des groupes spécifiques de la communauté.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Les services écosystémiques:</b> nouvelles mesures de GRC devraient cibler: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les Services écosystémiques identifiés comme sensibles au climat</li> <li>○ Les Services importants pour les stratégies de réponse durable des écosystèmes.</li> </ul> </li> <li>▪ <b>L'accès</b> et le contrôle sur les ressources forestières (et les services écosystémiques qu'ils fournissent) qui sont importantes pour répondre aux impacts des CC</li> <li>▪ <b>Le changement climatique:</b> Pertinence des nouvelles activités dans le contexte d'un CC dans les court et long termes.</li> <li>▪ <b>Réponses:</b> Viser les solutions identifiées par les acteurs locaux eux-mêmes</li> </ul>
<p><b>11.</b> Sélection des critères d'évaluation</p>	<p>des critères d'importance équivalente sont proposés par défaut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aide aux groupes vulnérables</li> <li>▪ Durabilité dans le cadre de changements climatiques à long terme</li> <li>▪ Faisabilité politique</li> <li>▪ Adéquation culturelle</li> <li>▪ Rentabilité à long terme</li> </ul>
<p><b>12.</b> Évaluation et caractère prioritaire des nouvelles activités du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluez dans quelle mesure chaque activité proposée contribue à chaque critère de sélection en choisissant une valeur entre -2 (l'activité aura un impact très négatif sur le critère) et +2 (impact très positif).</li> <li>• expliquer les raisons de la valeur attribuée dans le champ prévu à cet effet. Cela vous permettra de justifier plus tard le degré de priorité que vous avez attribué à chaque activité.</li> </ul>
<p><b>13.</b> Identification des opportunités et des obstacles à la mise en œuvre du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Opportunités :</b> facteurs qui faciliteront la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. un soutien local solide, les synergies avec d'autres projets, les perspectives de financement, la volonté politique).</li> <li>▪ <b>Obstacles :</b> facteurs qui pourront entraver la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. le scepticisme de la population locale, le manque de financement, l'opposition politique, etc.).</li> <li>▪ <b>Implications :</b> que signifie l'ensemble des opportunités et des obstacles pour l'activité?</li> </ul>
<p><b>14.</b> Identification des éléments clés du cadre de suivi et d'évaluation</p>	<p>surveiller sur la durée l'évolution du projet en termes d'activités, d'apports, de réalisations, d'objectifs et de résultats ainsi que le contexte dans lequel il est mis en œuvre. Le processus d'évaluation utilise les informations du suivi pour évaluer si les objectifs proposés sont réalisés ou non, et pourquoi.</p>

## 1.6 Guide méthodologique pour le secteur Agriculture

Étapes	Actions
1. Description du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ les informations pertinentes relatives au projet (ex. renforcer la résilience de la production agricole)</li> <li>▪ Les objectifs du projet (ex. assurer la sécurité alimentaire)</li> <li>▪ Le type et le nombre de bénéficiaires</li> <li>▪ Le budget et bailleurs de fonds</li> </ul>
2. Activités du projet (existantes ou à proposer)	Décrire l'ensemble des activités, ayant lieu au sein de la communauté, en relation avec le projet. (ex pratiques pour l'amélioration de la capacité organisationnelle des communautés rurales impliquées dans le projet, programmes d'amélioration pastorale pour la réhabilitation des milieux...)
3. Contexte des moyens d'existence	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Décrire les principales caractéristiques des ressources agricoles de la région, type de cultures et élevages.</li> <li>▪ Décrire qui a accès et qui a le contrôle à ces ressources.</li> </ul>
4. Ressources essentielles aux moyens d'existence	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ identifier les principaux services écosystémiques qui étayent les moyens de subsistance.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Les services d'approvisionnement:</b> nourriture, fruits, légumes, fibres, ressources génétiques et produits de l'élevage,</li> <li>○ <b>Les services de régulation:</b> la qualité de l'air, la régulation du climat des maladies, contrôle de l'érosion,</li> <li>○ <b>Les services culturels:</b> les us culinaires et produits terroirs</li> </ul> </li> <li>▪ Évaluer l'importance des services écosystémiques à des groupes de subsistance identifiés.</li> </ul>
5. Changement climatique observés et anticipés	<p>récapitulatif des informations ayant trait aux CC observés ou anticipés affectant la/les communauté(s) ciblée(s) et le domaine forestier.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les CC observés (actuels) selon (i) les données de la mission 1 de cette étude; (ii) les sources scientifiques et (iii) les consultations auprès de groupes de discussion.</li> <li>▪ CC à venir selon les sources scientifiques uniquement (mission 1 de cette étude).</li> </ul>
6. Aléas climatiques actuels et potentiels à l'avenir	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Saisir les principaux aléas climatiques de la zone de projet; les orages, les inondations ou les sécheresses, les feux, mouvements de terrains, submersions marines.</li> <li>▪ Pour chaque aléa climatique sélectionné, préciser : sa fréquence, son intensité, son évolution future en fonction des CC et son importance pour le secteur agriculture.</li> <li>▪ Cartographie des ressources agricoles et des aléas climatiques.</li> </ul>
7. Risques climatiques	<p>Pour chacun des aléas identifiés dans l'étape précédente, préciser les</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ impacts sur l'agriculture : effets directs, positifs ou négatifs,</li> <li>▪ impacts sur les services écosystémiques fournis par l'agriculture (identifiés au point 4)</li> <li>▪ Impacts sur les groupes et moyens de subsistance.</li> </ul>
8. Identification et évaluation des stratégies de réponse existantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Stratégies de réponse actuelles:</b> Identifier les stratégies actuelles de réponse pour chaque combinaison des impacts directs et indirects.</li> <li>▪ <b>Durabilité:</b> Déterminer si la communauté considère les stratégies durables ou non</li> <li>▪ <b>Des stratégies alternatives:</b> identifier des stratégies alternatives potentielles.</li> <li>▪ <b>Les services écosystémiques</b> (obligatoires pour la mise en œuvre des stratégies)</li> <li>▪ <b>Ressources externes:</b> Identifier d'autres services ou ressources potentielles nécessaires pour mettre en œuvre les différentes stratégies d'intervention</li> </ul>
9. Révision des activités actuelles du projet	<p>Évaluer et revoir les activités planifiées conçues pour favoriser l'adaptation au climat.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Évaluez l'impact de chaque activité existante du projet sur les ressources essentielles aux moyens d'existence identifiées comme étant vulnérables aux aléas climatiques, sur une échelle de -2 (impact très négatif) à +2 (impact très positif);</li> <li>▪ Expliquez les impacts positifs et/ou négatifs de chaque activité existante sur les services écosystémiques qui jouent un rôle essentiel dans l'adaptation au climat.</li> <li>▪ Élaborez des activités de projet révisées, ou nouvelles, qui minimisent les impacts négatifs et d'autres qui maximisent les positifs.</li> </ul>

<p><b>10.</b> Nouvelles activités et mesures de gestion des risques climatiques</p>	<p>cibler des groupes particulièrement vulnérables, et s'assurer que les nouvelles activités ne sont pas conflictuelles au sein des groupes spécifiques de la communauté.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Les services écosystémiques:</b> nouvelles mesures d'adaptation devraient cibler: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les Services écosystémiques identifiés comme sensibles au climat</li> <li>○ Les Services importants pour les stratégies de réponse durable des écosystèmes.</li> </ul> </li> <li>▪ <b>L'accès</b> et le contrôle sur les ressources agricoles (et les services écosystémiques qu'ils fournissent) qui sont importantes pour répondre aux impacts des CC</li> <li>▪ <b>Le changement climatique:</b> Pertinence des nouvelles activités dans le contexte d'un CC dans les courts et long termes.</li> <li>▪ <b>Réponses:</b> Viser les solutions identifiées par les acteurs locaux eux-mêmes</li> </ul>
<p><b>11.</b> Sélection des critères d'évaluation</p>	<p>des critères d'importance équivalente sont proposés par défaut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aide aux groupes vulnérables</li> <li>▪ Durabilité dans le cadre de changements climatiques à long terme</li> <li>▪ Faisabilité politique</li> <li>▪ Adéquation culturelle</li> <li>▪ Rentabilité à long terme</li> </ul>
<p><b>12.</b> Évaluation et caractère prioritaire des nouvelles activités du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluez dans quelle mesure chaque activité proposée contribue à chaque critère de sélection en choisissant une valeur entre -2 (l'activité aura un impact très négatif sur le critère) et +2 (impact très positif).</li> <li>• expliquer les raisons de la valeur attribuée dans le champ prévu à cet effet. Cela vous permettra de justifier plus tard le degré de priorité que vous avez attribué à chaque activité.</li> </ul>
<p><b>13.</b> Identification des opportunités et des obstacles à la mise en œuvre du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Opportunités :</b> facteurs qui faciliteront la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. un soutien local solide, les synergies avec d'autres projets, les perspectives de financement, la volonté politique).</li> <li>▪ <b>Obstacles :</b> facteurs qui pourront entraver la mise en œuvre de chaque activité (p. ex. le scepticisme de la population locale, le manque de financement, l'opposition politique, etc.).</li> <li>▪ <b>Implications :</b> que signifie l'ensemble des opportunités et des obstacles pour l'activité?</li> </ul>
<p><b>14.</b> Identification des éléments clés du cadre de suivi et d'évaluation</p>	<p>surveiller sur la durée l'évolution du projet en termes d'activités, d'apports, de réalisations, d'objectifs et de résultats ainsi que le contexte dans lequel il est mis en œuvre. Le processus d'évaluation utilise les informations du suivi pour évaluer si les objectifs proposés sont réalisés ou non, et pourquoi.</p>

## • EXEMPLES DE MESURES D'ADAPTATION DANS LES SECTEURS EAU, AGRICULTURE, FORET-BIODIVERSITE ET LITTORAL

Cette partie rappelle les fondements de base de la planification et pratiques en matière d'adaptation dans les secteurs eau, agriculture et forêt-biodiversité. Elle est destinée à orienter les activités annoncées dans chacune des fiches guides du chapitre précédent et servira comme ressource supplémentaire pour les séances de formation prévues dans l'étape suivante, qui correspond à la troisième mission de ce travail.

Sur la base des résultats dégagés respectivement des états de lieux et des diagnostics

participatifs ainsi que des études de faisabilité, un travail d'intégration des mesures d'adaptation CC sera conduit à l'échelle des secteurs concernés. Il sera effectué selon une démarche participative dans le cadre d'ateliers de concertation, impliquant l'ensemble des acteurs locaux institutionnels, des services techniques, des associations locales et des populations locales.

Il s'agit spécifiquement de promouvoir, recueillir, analyser et diffuser des informations sur les initiatives et mesures concrètes d'adaptation passées et actuelles, notamment les projets d'adaptation, les stratégies d'adaptation à court et à long terme et les connaissances locales et autochtones, menées par le gouvernement.

De façon plus spécifique, il s'agit de prioriser les objectifs tracés par le Maroc, en matière d'adaptation, dans sa Contribution Prévue Déterminée au niveau National et contribuer au renforcement de la résilience contre le climat notamment à travers les nombreuses stratégies, politiques, plans d'action et programmes, visent, entre autres, à renforcer la résilience face au changement climatique, dont voici quelques exemples :

- Stratégie Nationale en matière de lutte contre le Réchauffement Climatique (SNRC),
- Plan national de Lutte contre le Réchauffement Climatique (PNRC) avec ses déclinaisons territoriales ;
- Plan National de Protection Contre les Inondations (PNI);
- Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD).
- Plan National de Lutte contre le Réchauffement Climatique (PNRC) avec ses déclinaisons territoriales et le Plan d'Investissement Vert (PIV);
- Stratégie Nationale de l'Eau(SNE),
- Plan National de l'Eau (PNE);
- Plan National d'Économie d'Eau en Irrigation(PNEEI);
- Programme National d'Assainissement (PNA)
- Programme National d'Assainissement Rural (PNAR);
- Plan Maroc Vert (PMV);
- Programme de Reconversion du Système Gravitaire en Irrigation Localisée (PRSGIL);
- Programme National de Valorisation des Déchets Ménagers (PNVD);
- Plan National d'Aménagement des Bassins Versants (PNABV);
- Programme de Développement Territorial Durable du Haut Atlas;
- Le Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020, Nommé Aichi Target et la stratégie et plan d'action national pour la biodiversité (SPANB) ...

La planification et pratiques en matière d'adaptation devraient aussi contribuer à l'opérationnalisation d'une politique d'adaptation décentralisée, dans le cadre de la régionalisation avancée. Ceci passera par:

- le renforcement du Système de Suivi et d’Evaluation de l’adaptation, objet de cette étude;
- l'assurance de la durabilité des collèges du projet 4C (Centre de Compétences Changement Climatique) notamment son collège recherche qui devrait assurer, en collaboration avec la cité de l'innovation de l'université Cadi Ayyad, le développement des connaissances sur le CC dans la Région.

Des exemples précis de réponses au changement climatique sont présentés au Tableau 14. Ils tiennent en compte l'ensemble des considérations sus citées.

Tableau 19: Réduction de la vulnérabilité et de l'exposition grâce au développement et aux aménagements et à la planification incluant de nombreuses mesures à faible regret; Adaptation incluant les ajustements progressifs et transformationnels et transformation (Adopté AR5, 2013, modifié)

Catégorie	Exemples
Développement humain	Meilleur accès à l'éducation, à l'alimentation, aux services de santé, à l'énergie; Réduction de l'inégalité de genre.
Réduction de la pauvreté	Meilleur contrôle et accès aux ressources locales ; Réduction des risques de catastrophe; réseaux de sécurité sociale ; assurance.
Sécurité des moyens de subsistance	Diversification des revenus, des capitaux et des moyens de subsistance ; Infrastructures améliorées ; Accès à la technologie; Changement des pratiques culturelles, d'élevage et d'aquaculture
Gestion des risques de catastrophe	Systèmes d'alerte précoce ; Zonage des risques et de la vulnérabilité ; Diversifier les ressources en eau ; Drainage amélioré ; Abris contre les inondations ; Gestion des tempêtes et des eaux d'évacuation ;
Gestion des écosystèmes	Préservation des zones humides et des espaces verts urbains ; Gestion des réservoirs et des zones de partage des eaux; Réduction des facteurs de stress sur les écosystèmes et de fragmentation des habitats ; Maintien de la diversité génétique
Structurel / matériel	<b>Options pour les zones construites</b> : Dignes de protection contre les inondations ; Réservoirs d'eau ; Drainage amélioré ; Normes et pratiques de construction ; Gestion des eaux d'évacuation ; Amélioration des transports et des infrastructures routières
	<b>Options technologiques</b> :Nouvelles variétés de cultures et d'élevage ; Connaissances locales, traditionnelles et autochtones ; Technologies et méthodes ; Irrigation efficace ; Technologies permettant d'économiser l'eau ; Désalinisation ; Agriculture contribuant à la conservation ; Systèmes d'alerte précoce
Institutionnel	<b>Options basées sur les écosystèmes</b> : Restauration écologique ; Conservation des sols ; Boisement et reboisement ; Infrastructures écologiques (p. ex. arbres d'ombrage, toits végétalisés) ; Corridors écologiques ; Banques de semences et de gènes et autres conservations ex-situ ; Gestion communautaire des ressources naturelles.
	<b>Options économiques</b> : Incitations financières ; Assurances ; Paiements pour les services écosystémiques ; Microfinance ; Fonds pour les catastrophes ; Partenariats publics-privés



	<p><b>Lois &amp; réglementations</b> : Réglementation de zonage ; Normes et standards de construction ; Servitudes ; Accords et régulations concernant l'eau ; Lois soutenant la réduction des risques de catastrophe ; Lois encourageant la souscription aux assurances ; Droits de propriété bien définis et sécurité foncière ; <b>Zones protégées</b> ; Communautés de brevets et <b>transferts de technologies</b>.</p> <p><b>Politique et programmes gouvernementaux</b> : PNRC, PTRC ; Plan d'Investissement vert, INDH, PMV, Loi sur l'eau PNLCD, Stratégie de Préservation et de Gestion Durable de la Forêt.; Programme National d'Assainissement Liquide et d'Épuration des Eaux Usées (PNA), Stratégie Nationale de l'Eau</p>
social	<p><b>Options éducatives</b> : Mesures de sensibilisation et éducation ; Égalité de genre; Partage des connaissances locales et traditionnelles ; Recherche-action participative et apprentissage social ; Partage des connaissances et plates-formes d'apprentissage.</p>
	<p><b>Options informationnelles</b> : Zonage des vulnérabilités ; Alertes et précoces ; Surveillance et télédétection systématiques ; Utilisation d'observations climatiques locales ; Élaboration de scénarios ;</p>
	<p><b>Options comportementales</b> : Préparation des ménages et planification d'évacuation ; Migration ; Préservation des sols et de l'eau ; Évacuation des eaux pluviales ; Diversification des moyens de subsistance ; Changement de pratiques culturelles, d'élevage et d'aquaculture ; Mise à profit des réseaux sociaux.</p>
Sphères de changement	<p><b>Pratique</b> : Innovations sociales et techniques, modifications des comportements, ou changements institutionnels et d'encadrement aboutissant à un changement significatif des résultats</p>
	<p><b>Politique</b> : Décisions et actions politiques, sociales, culturelles et écologiques cohérentes avec la réduction de la vulnérabilité et des risques et encouragent l'adaptation et le développement durable.</p>

Les critères et indicateurs pour juger les actions d'adaptation sont dossés en annexe 2  
L'annexe 3 fournit des exemples d'adaptation identifiés dans les secteurs d'étude au sein de la Région Marrakech Safi.

## ● REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Asse D., Michelot-Antalik A., Landmann G., 2014. Projet SICFOR. Du suivi aux indicateurs de changement climatique en forêt. Paris : Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt GIP Ecofor. Rapport final, 102 p.
- Babqiqi A., Messouli M., Kasmi A.. 2011. High resolution climate change scenarios for Morocco for the 21st century. In "Geoinformatics for Climate Change Studies (Editors P K Joshi and T P Singh). The Energy and Resources Institute (TERI), TERI Press, New Delhi, ISBN 978-7993-409-8, 321-336.
- Balaghi R., Jlibene M., Kamil H. et Benaouda H. Etude Cadre de l'Impact Environnemental et Social : Projet d'Intégration du Changement Climatique dans la mise en œuvre du Plan Maroc Vert. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime Agence pour le Développement Agricole. 23 février 2011.
- Balaghi, R., Jlibene, M., Tychon, B. et Eerens, H. La prédiction agrométéorologique des rendements céréaliers au Maroc. INRA, Maroc. p.168. ISBN: 978-9954-0-6676-8. 2012.
- Banque Mondiale, Morocco 2012.b. Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis and National Strategy Development. Flood Hazard Report, 2012.b, 171p.
- Banque Mondiale Morocco,2012.a. Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis and National Strategy Development. Drought Hazard Report, 2012.a, 75p.
- Battisti A., Stastny M., Netherer S., Robinet C., Schopf, A., Roques A., Larsson S. 2005. Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. Ecological Applications 15(6), 2084-2096.
- Bigot L., Boumezzough A., El Alaoui E.A. 1989. Contribution to the study of insect pests of juniper (*Juniperus thurifera*) in The Upper Atlas: biology of two microlepidoptera damaging galbulus and seeds: *Argyresthia reticulata* (Yponomeutidae) and *Pammene juniperana* (Tortricidae), new species for Morocco. Bulletin de la Société Entomologique de France, 93, 7-8.
- Boudhar, A. 2009 : Télédétection du manteau neigeux et modélisation de la contribution des eaux de fonte des neiges aux débits des Oueds du Haut Atlas de Marrakech. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences semlalia, Marrakech, 215p
- El Alaoui E. M.A., Yart A., Roques A., Arjouni Y., El Mercht S., Rozenberg M.A., Romane A. 2013. Acariens et insectes ravageurs de deux cupressacées menacées au Maroc : le Genévrier thurifère et le cyprès de l'Atlas. Ecologia Mediterranea, 39 (1), 123-128.
- FAO, Rome. FAO. 1989. Guidelines for designing and evaluating surface irrigation systems. Irrigation and Drainage Paper 45. FAO, Rome.
- FAO. 1991. Water harvesting. AGL Miscellaneous Paper 17. FAO, Rome.

- Hilmi K., A. Benazzouz, H. Bouksim, A. Bentamy, H. Demarcq, A. El Moussaoui et A. Atillah, 2013. Bulletin National de l'Upwelling, Institut National de Recherche Halieutique (Maroc), N°5 – MAI 2013, 11 p.
- IPCC. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. 2012.
- Mazeas J.-P., 1967. - Carte géotechnique de Safi au 1/20 000. Notes Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 189.
- MATHUE. Vulnérabilité et Adaptation du royaume du Maroc face aux impacts des changements climatiques, Rabat, Maroc, 2001.
- Ormeno E., Blanca Céspedes B., Sanchez I. A., Velasco-Garcia A., Moreno J.M., Fernandez C, Baldy V. 2009. The relationship between terpenes and flammability of leaf litter. *Forest Ecology and Management* 257, 471-482.
- Parrish R.H., A. Bakun, D.M. Husby and C.S. Nelson. 1983. Comparative climatology of selected environmental process in relation to eastern boundary current. In: G.D. Sharp and J. Csirke (eds.), *Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources*, FAO, Fish. Rep., 291 (3): 731-778.
- Rivière J. 2011. Les chenilles processionnaires du pin : évaluation des enjeux de santé animale. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France, 191 p.
- Robinet C., Roques A. 2010. Direct impacts of recent climate warming on insect populations. *Integrative Zoology* 5(2), 132-142
- Rochdane S. : Vulnérabilité au changement climatique au Maroc : Sécurité alimentaire nationale et profils de vulnérabilité environnementale et hydrique du bassin versant Rheraya. Université Marrakech, thèse soutenue le 26 -10-2013. 201p
- Rochdane S., L. Bounoua, P. Zhang, M. L. Imhoff, M. Messouli and M. Yacoubi-Khebiza. 2014. Combining Satellite Data and Models to Assess Vulnerability to Climate Change and its Impact on Food Security in Morocco. *Sustainability*, 6(4), 1729-1746.
- Salama H., Tahiri M. Gestion des ressources en eau face aux Changements climatiques. Cas du bassin Tensift (Maroc). *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 08, Juin 2010, pp. 127-138
- Theilen-Willige B, HA Malek, A Charif, F El Bchari, M Chaïbi, 2011. Remote Sensing and GIS Contribution to the Investigation of Karst Landscapes in NW-Morocco *Geosciences* 4 (2), 50-72
- Weisrock André. Les falaises de la côte atlantique marocaine de Safi à Bedouzza (Cap Cantin). (The cliffs of the Atlantic Moroccan coast between Safi and Bedouzza.). In: *Bulletin de l'Association de géographes français*, 62e année, 1985-2 ( juillet). pp. 93-104. doi : 10.3406/bagf.1985.1286 [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bagf\\_0004-5322\\_1985\\_num\\_62\\_2\\_1286](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bagf_0004-5322_1985_num_62_2_1286)

Zizah S., J. Larissi, K. Hilmi, A. orbi et A. Makaoui, 2000. Impact des conditions du milieu marin sur les variations de l'abondance de la sardine dans la zone centrale. Dans « Synthèse océanographique de la côte atlantique marocaine de 1994 à 1998 », Travaux et Documents INRH N° 109, 221 p.

1  
2  
4

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

- **ANNEXES**

- **Annexe 1: Benchmark des actions d'adaptation au changement climatique**

GRC: Gestion de risque de catastrophe; RC: Renforcement de capacité; Finance; AP: Alerte Précoce Préparation; Intervention d'Urgence; Récupération après une catastrophe; Partage de risque (ex. Assurance); Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)  
TDT: Technologie de développement et de transfert...

- **Forêt et Biodiversité**

Institution	Type adaptation	Pertinence et stratégies	Zone, lieu	source
DREFLCD-HA	RES	Installation d'une distillerie au profit de la coopérative d'Agundiz. Objectifs: 1/Organisation de la population de la vallée en coopérative pour assurer une exploitation rationnelle et durable des PAM de la région en particulier <i>Thymus satureioides</i> . 2/Renforcer la résilience économique de la population par la vente des huiles essentielles et produits dérivés.	Vallée d'Agundiz, Région d'Ijoukak	coopérative d'Agundiz contact: Jimi Hassan vice président Tel/ 0610503714
Association Transhimalayenne en collaboration avec l'Association Imlil / Angam, C/O Association Régionale des Guides et Accompagnateurs en Montagne, IMLIL, MARRAKECH	RES	1/Lutter contre l'érosion, la déforestation des forêts de genévrier thurifère du Haut Atlas Marocain 2/Assurer l'autosuffisance en combustible ligneux et l'accroissement de la biodiversité par : - la plantation et la culture de saules marocains au bord des oueds permanents et dans des parcelles irriguées, - la plantation de bocages et de haies, irriguées ou non, constituées d'arbres et arbustes méditerranéens supportant le froids (mûriers, micocouliers, abricotiers, tilleuls, robiniers, paulownia, kiwis ...). 3/ Réduire la consommation de bois et d'énergie (foyers basse consommation en bois et cuiseurs solaire).	Imlil (Haut Atlas de Marrakech)	<a href="http://jardin.secret.pagesperso-orange.fr/ProjetsHumanDefenseLibertes/ProjetsHumanitaires/MenuProjReforestationMaroc.htm">http://jardin.secret.pagesperso-orange.fr/ProjetsHumanDefenseLibertes/ProjetsHumanitaires/MenuProjReforestationMaroc.htm</a> (2005/2015)

1  
2  
5

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

Association « High Atlas Foundation » pour le développement des populations du monde rurale	RES	Mettre en place en étroite collaboration avec la population locale des projets pour le développement humain durable à travers la production et la culture des arbres fruitiers (olivier, noyer, grenadier, citronnier, figuier...etc.), l'éducation et la sensibilisation à l'environnement.	Haut Atlas	<a href="https://www.globalgiving.org/donate/627/high-atlas-foundation/info/">https://www.globalgiving.org/donate/627/high-atlas-foundation/info/</a> Ouarghidi Abderrahim (Directeur de projets) ouarghidi@hotmail.com Tel/0662170220 <a href="http://www.quid.ma/societe/milliard-darbres-reboiser-maroc/">http://www.quid.ma/societe/milliard-darbres-reboiser-maroc/</a>
Oceans and International Environmental and Scientific Affairs (OES)/Department state	RES	Plantation de 240 000 Noyer	Ourika, Oukaimeden, Asni, Imgdal.	High Atlas Fondation) Ouarghidi Abderrahim ouarghidi@hotmail.com Tel/0662170220
Fonds pour l'environnement mondial (FEM)	RES	Plantation de 150.000 plants de Noyer et 10000 plants de Cerisier	Tadmamt (Haut Atlas)	Ouarghidi Abderrahim (Directeur de projets au High Atlas Fondation) ouarghidi@hotmail.com Tel/0662170220
Darwin Initiative	RES	Plantation de 16 000 plants de Noyer	Imgdal (Haut Atlas)	Ouarghidi Abderrahim (Directeur de projets au High Atlas Fondation) ouarghidi@hotmail.com Tel/0662170220
-DPA Essaouira -Coopérative Sidi Bounouar (commune de Had Dra) -DRA Marrakech -Université Cadi Ayyad, FSSM	RES TDT	1/Valorisation de la plante Jatropha comme source de biocarburant 2/Amélioration des conditions de vie de la population rurale par son approvisionnement en produits énergétiques par l'extraction, à partir des graines de la plante, d'une huile pouvant être utilisée dans les moteurs diesel de pompage d'eau, pour les usages domestiques, pour la production de savon naturel et dans d'autres domaines comme l'apiculture. 3/Développement d'une coopération nationale et internationale sur une plante très prometteuse dans le domaine des énergies renouvelables	Had Dra (Région d'Essaouira)	CDRT
IRD-IFB	RES	Gestion communautaires des Agdals et impact sur la conservation de la biodiversité	Haut Atlas de Marrakech	<a href="http://www.lped.org/sip.php?page=article&amp;id_article=306">http://www.lped.org/sip.php?page=article&amp;id_article=306</a> 2004/2006
DREFLCD-HA)	Renforcement des capacités	Projet de lutte contre l'érosion hydrique et les feux de forêt par : -La correction mécanique des ravins par la construction de seuils en pierres sèches et en gabions (10000 m3/ans). -l'installation de 5 postes vigies et de 5 guetteurs de feux/an -L'ouverture de 257 Km de pistes forestières - mise en place et entretien de 3.5 Km de tranchées pare-feu	Forêts de Chêne vert (Guedmioua, Ouzguita et Goundafa) Haut Atlas de Marrakech	DREFLCD-HA (Rapport 2004-2013)

1  
2  
6

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

DREFLCD-HA)	Alerte Précoce	Projet de recrutement De 2 guetteurs de feux mobiles/an (152 000 DH)	Forêt de Genevrier thurière, (Goundafa) (Haut Atlas de Marrakech)	DREFLCD-HA (Rapport du programme décennal (2004-2013)
DREFLCD-HA	Renforcement des capacités	Projet d'Aménagement du Bassin Versant de N'Fis : -Reboisement de 1993 ha -Corrections mécaniques des ravins de 60 780 m3 -Sylviculture (traitements) de 1506,50 ha -Ouverture de piste (34,60 Km) -Entretien de piste (116 Km) -Construction de 1 Poste vigie -Aménagement de 1 point d'eau -Améliorations sylvopastorales (cactus) sur 1400 ha	Bassin Versant de N'Fis (Haut Atlas de Marrakech)	DREFLCD-HA (Rapport du programme décennal (2004-2013).
DREFLCD-HA	Renforcement des capacités	Projet d'Aménagement des Bassins Versants de Ghighaya, Ourika et Zat : -Reboisement de 3633,5 ha -Regarnis de 3423 ha -Corrections mécaniques des ravins de 41121 m3 -Sylviculture (traitements) de 1602 ha -Ouverture de piste (20 Km) -Entretien de piste (63,5 Km) -Construction de 2 Postes vigies -Aménagement de 4 points d'eau -Améliorations sylvopastorales (cactus) sur 1300 ha	Bassins Versants de Ghighaya, Ourika et Zat (Haut Atlas de Marrakech)	DREFLCD-HA (Rapport du programme décennal (2004-2013)
Willaya de Marrakech	Renforcement des capacités	Plantation de 552 747 jeunes palmiers dans la « forêt urbaine » de la palmeraie de Marrakech sur une superficie de 12000 ha.	Palmeraie de Marrakech	Meddich Abdelilah <a href="mailto:meddichabdelilah@yahoo.fr">meddichabdelilah@yahoo.fr</a> Tel/ 0661873158 (2006-2014)
DREFLCD-HA	Renforcement des capacités	Projet de mise en place d'un service de « Santé de Forêts pour le Suivi de l'état sanitaire des forêts » (en cours de réalisation)	Province de Marrakech	--
DPEFLCD/ESS AOUIRA	Renforcement des capacités	Projet de reconstitution des forêts d'arganier : -Reboisement de 119 ha -Régénération réussie sur 1597 ha -Installation de clôture (989 ha) -Sylviculture (2156,7 ha) -Amélioration sylvo-pastorale (100 ha) -Entretien des plantations anciennes (899 ha) -Création de 120000 JT -Création de 9 associations.	Région d'Essaouira	DPEFLCD/ESSAOUIRA (Rapport 2005-2014)

DPEFLCD/ESS AOUIRA	Renforcement des capacités	Projet de reconstitution des forêts du thuya : -Régénération réussie de 1379 ha -Installation de clôture (1584 ha) -Sylviculture (7656,47 ha) -Amélioration sylvopastorale (470 ha) -Entretien des plantations anciennes (1550 ha) -Création de 69000 JT -Création de 2 associations et 3 coopératives forestière (Filière thuya)	Région d'Essaouira	DPEFLCD/ESSAOUIRA (Rapport 2005-2014)
DPEFLCD/ESS AOUIRA	Renforcement des capacités	Projet de sécurisation du domaine forestier : -Entretien des tranchées pare- feu (165,64 ha) -Ouverture des chemins (84,93 ha) Réhabilitation et entretien des chemins (121,9 ha). -Recrutement de 120 guetteurs d'incendies -Installation de 4 postes vigies -Aménagement de 13 points d'eau	Région d'Essaouira	DPEFLCD/ESSAOUIRA (Rapport 2005-2014)

A l'échelle de la région, plusieurs programmes d'adaptation et d'atténuation de la vulnérabilité des écosystèmes forestiers aux changements climatiques ont été mis en place par la DREFLCD-H complétés par des projets de développement communautaires. Parmi ces actions nous avons :

### **1/ Des programmes de prévention et de lutte contre les feux de forêts.**

Dans ce contexte plusieurs actions de gestion de risque ont été réalisées, en particuliers :

- Identification des forêts considérées comme sensibles aux feux (forêts à risque) dans la région de Marrakech. Ce sont des forêts dont la fréquence des feux et la superficie brûlée est importante durant la dernière période décennale (2005/2015).
- Renforcement des mesures de surveillance et de lutte contre les feux au niveau des forêts à risque (postes vigies, installation et entretien des pares feux, recrutement de guetteurs mobiles de feux, ouverture et entretien de pistes, traitements sylvicoles, points d'eau ...etc.).
- Lancement de plusieurs programmes de sensibilisation sur les feux de forêt (spots publicitaires et organisation d'ateliers).

### **2/ programme de conservation de la biodiversité.**

Il est bien évident que la perte de la biodiversité nuira à la capacité des écosystèmes forestiers d'amortir les effets de changements consécutifs et de conserver leur structure fondamentale et leur fonction. Dans le cadre de la conservation de cette biodiversité et de leurs habitats, plusieurs actions complémentaires ont été réalisées à l'échelle de la région :



- Création de plusieurs zones (aires) protégées dont la vocation principale est la protection et la conservation du patrimoine naturel et culturel (Parc National de Toubkal (38000 ha), Réserve de Biosphère de l'Arganeraie (RBA d'Essaouirra), 2 Réserves naturelles (2787 ha) et 18 SIBE (56563 ha).
- Mise en place de plusieurs projets de développement humain dont l'objectif essentiel est de contribuer au développement de l'économie locale et ainsi la réduction de la pression anthropozoïque sur les ressources forestières.
- Actions de boisement et d'améliorations sylvopastorales dans les milieux dégradés.
- Réhabilitation de la palmeraie de Marrakech par la plantation de près de 552 747 jeunes palmiers (*Phoenix dactylifera*) sur une superficie globale de 12000 ha.

#### **4/ Diminution de la régénération naturelle des essences forestière et réduction des superficies boisées.**

La réduction de la surface forestière associée à la dégradation des habitats et aux manques de régénération naturelle reste parmi les impacts majeurs de l'action anthropozoïque et des facteurs climatiques. Il est bien évident que la réduction des terres boisées aura un effet direct sur le stockage du carbone et accentuera l'effet des changements climatiques. A l'échelle de la région, plusieurs actions ont été menées pour renforcer les actions de sylviculture afin de maintenir d'une part l'équilibre écologique des écosystèmes forestiers et d'autre part renforcer le processus de régénération naturelle des essences autochtones. Il est bien connu que la sylviculture constitue le secteur offrant le potentiel d'atténuation du changement climatique le plus important. Dans ce programme de sylviculture mis en place par la DREFLCD nous avons :

- -Mise en place de plusieurs pépinières de production de jeunes plants. Ces pépinières ont pour vocation essentielle de fournir des plants pour les actions de boisement des écosystèmes forestiers.
- Réintroduction de plusieurs espèces autochtones dans plusieurs écosystèmes dégradés associées souvent par des pratiques de mise en défens.
- Renforcement des zones dégradées (parcours) par des aménagements sylvopastoraux (généralement par l'introduction du Cactus en montagne et de l'Atriplex en plaine).
- Entretien des plantations anciennes par des techniques sylvicoles combinées par des opérations de rétention du sol par des techniques antiérosives (corrections des ravins).

#### **5/ Réduction des valeurs et des produits forestiers (réduction des services écosystémiques des forêts)**

La dégradation des écosystèmes forestiers aura un impact direct sur la réduction de leurs produits et services ce qui aura des conséquences économiques et sociales pour les communautés riveraines dont la subsistance en dépend. Cette situation s'accroîtra sous l'effet des changements climatique ce qui imposera une tension supplémentaire sur les

populations qui dépendent de la forêt pour leur vie quotidienne et notamment sur les communautés rurales pauvres. Pour réduire la dépendance de ces populations à la forêt et ainsi diminuer leur vulnérabilité, plusieurs projets communautaires ont été développés dans la région en étroite collaboration avec des associations ou des coopératives locales. Parmi ces actions nous avons :

- La plantation d'arbres fruitiers, développement d'unité de distillation pour les plantes aromatiques et médicinales, ...etc.
- La mise en place d'un projet sur la culture de *Jatropha curcas* comme source de revenue et de bio-carburant.

- **Agriculture**

Institution	Type adaptation	Pertinence et stratégies	Zone, lieu	Source
La direction régionale de l'agriculture	Renforcement des capacités,	Plan agricole régional (PAR) (141 projets dont 59 pilier II et 82 pilier I avec un investissement de 8.4 Milliards de Dirhams). Un nombre d'action transverses à l'horizon 2020 dans l'objectif d'atténuer l'effet de la raréfaction des ressources en eau destinées à l'irrigation.	Marrakech Tensift Al Haouz	<a href="http://www.agriculture.gov.ma/pages/regions/region-marrakech-tensift-el-haouz">http://www.agriculture.gov.ma/pages/regions/region-marrakech-tensift-el-haouz</a>
ORMVAH	Renforcement des capacités,	Programme National d'Economie d'Eau d'Irrigation (PNEEI) étude de la faisabilité de la reconversion à l'irrigation.	Périmètre de Tassaout Amont, secteur d'OuladGaïd	<a href="http://saidi.ma/memoires/Kabbaj-elmostage.pdf">http://saidi.ma/memoires/Kabbaj-elmostage.pdf</a>
FAO et Le MAPM	préparation; intervention d'urgence;	Projet de réhabilitation de la grande irrigation reconvertir les systèmes d'irrigation actuels, en gravitaire ou par aspersion, en système d'irrigation par goutte-à-goutte et moderniser leur gestion. Dans la zone de Bouida (Haouz),	ORMVATH, Haouz	<a href="http://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/eie_pmgibm_nouveau.pdf">http://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/eie_pmgibm_nouveau.pdf</a>  <a href="http://www.fao.org/3/a-ba0008f.pdf">http://www.fao.org/3/a-ba0008f.pdf</a>
ORMVAH	préparation; intervention d'urgence;	Projet de Modernisation de l'irrigation au niveau de Tassouat- Al haouz <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation ;</li> <li>▪ la préservation des infrastructures d'irrigation ;</li> <li>▪ l'amélioration de l'efficacité de gestion et de l'autonomie financière de l'ORMVA</li> </ul>	Haouz	<a href="http://www.fao.org/nr/water/docs/watermanagement/docs/MOD_Morocco.pdf">http://www.fao.org/nr/water/docs/watermanagement/docs/MOD_Morocco.pdf</a>

ORMVAH Direction Provinciale de l'Agriculture Marrakech	Renforcement des capacités,	Projet MCA <ul style="list-style-type: none"> <li>Construction de prises et le revêtement de 20 séguias pour un montant de 33 millions de dirhams ;</li> <li>Aménagement hydroagricole sur une superficie de 1080 ha, l'extension de l'oliveraie sur 2500 ha et la réhabilitation de 1000 ha pour un coût de 33 millions de dirhams</li> </ul>	Haouz	<a href="http://www.ada.gov.ma/Diagnostic.php?Region=7#P">http://www.ada.gov.ma/Diagnostic.php?Region=7#P</a>
Agence pour le développement agricole (ADA)	Renforcement des capacités,	Projet d'Agriculture Solidaire et intégrée <ul style="list-style-type: none"> <li>appuyer une agriculture solidaire, intégrée, durable et participative au niveau des régions marginales, arides et semi-arides du Maroc.</li> <li>augmentation de l'adoption des mesures de conservation des sols et de la biodiversité dans des projets sélectionnés</li> </ul>	Marrakech-Tensift-Al Haouz	<a href="http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDS/IB/2013/03/20/000333037_20130320145247/Rendred/INDEX/PIDA6680Apprai0200201300Box374360B.txt">http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDS/IB/2013/03/20/000333037_20130320145247/Rendred/INDEX/PIDA6680Apprai0200201300Box374360B.txt</a>
Ministère d'agriculture et de la pêche maritime	Renforcement des capacités,	Deux projets dans le cadre du développement des produits de terroir concernant les filières apicoles et figuier <ul style="list-style-type: none"> <li>amélioration des revenus des agriculteurs, la dépollution du littoral de Safi,</li> <li>développement de l'apiculture au niveau de dix communes rurales de la province.</li> <li>développement de la filière du figuier au niveau des communes rurales de Saadla, Nagga et Laamamra.</li> </ul>	Province de Safi	<a href="http://www.marocagriculture.com/de-nouveaux-projets-structurants-a-safi-une-consecration-de-la-politique-de-proximite-pronee-par-le-souverain.html">http://www.marocagriculture.com/de-nouveaux-projets-structurants-a-safi-une-consecration-de-la-politique-de-proximite-pronee-par-le-souverain.html</a>
Direction Provinciale de l'Agriculture de Safi	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES) Et Renforcement des capacités,	Projet de développement Rural de Plaine des Abda, Province de Safi renforcement de l'encadrement des exploitants agricoles, <ul style="list-style-type: none"> <li>réduire l'exode rural.</li> <li>Plantations d'oliviers et d'amandiers</li> <li>Création de 6 000 ha de périmètres pastoraux (arbustes fourragers).</li> <li>Amélioration génétique et sanitaire du cheptel.</li> <li>16 vulgarisateurs pour soutenir un programme</li> <li>Création des Coopératives et groupements d'agriculteurs.</li> <li>Création de cinq complexes communaux,</li> </ul>	Plaine des Abda, Province de Safi	<a href="http://www.ifad.org/evaluation/public.html/eksyst/doc/prj/region/pn/morocco/r193mocf.htm">http://www.ifad.org/evaluation/public.html/eksyst/doc/prj/region/pn/morocco/r193mocf.htm</a>
Direction Régionale de l'Agriculture de Doukkala-Abda	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES) Et Renforcement des capacités,	Projet : Extension et intensification de la production oléicole dans la région de Doukkala-Abda La superficie concernée par ce projet est de 150 hectares. irrigations d'appoint Le contrôle des maladies et ravageurs.	Doukkala-Abda	<a href="http://www.inra.org.ma/environ/docs/pmvm/EIES%20Safi.pdf">http://www.inra.org.ma/environ/docs/pmvm/EIES%20Safi.pdf</a>

ORMVAD	Renforcement des capacités	Plan d'action d'économie de l'eau dans le périmètre des Doukkala économiser l'eau d'irrigation: renforcement de l'entretien, et vulgarisation et formation des agriculteurs et des techniciens.	périmètre des Doukkala	<a href="https://hal.archives-ouvertes.fr/cirad-00189111/document">https://hal.archives-ouvertes.fr/cirad-00189111/document</a>
MAPM, en partenariat le Conseil provincial d'El Kelaa des Sraghnas et le Conseil municipal d'Attaouia	Développement et transfert des technologies renforcement des capacités	2ème édition du Salon national de l'olivier/ Valorisation des produits oléicoles pour une meilleure commercialisation 11-14 Nov 2015 rendez vous pour l'échange de connaissances, d'expériences et d'informations sur la filière. prix pour encourager les agriculteurs réalisant de meilleures performances dans le secteur.	Attaouiya (province de Kelaa des Sraghna)	<a href="http://www.lopinion.ma/def.asp?codelangue=23&amp;id_info=47825">http://www.lopinion.ma/def.asp?codelangue=23&amp;id_info=47825</a>
la Direction provinciale de l'Agriculture (DPA), en partenariat avec la province d'Al Haouz	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Séminaire sur la valorisation des produits du terroir pour une économie sociale et solidaire. 29 -30 sept 2011. promotion de la valorisation des produits du terroir dans la province d'Al Haouz, inciter et sensibiliser quant à l'importance du terroir et partant, l'impératif de le préserver et de le développer.	Tahanaout (la province d'Al Haouz)	<a href="http://www.marocagriculture.com/seminaire-sur-la-valorisation-des-produits-du-terroir-les-29-et-30-septembre-a-al-haouz.html">http://www.marocagriculture.com/seminaire-sur-la-valorisation-des-produits-du-terroir-les-29-et-30-septembre-a-al-haouz.html</a>
Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. Rabat	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Analyse des conditions de mise en marché de la production de pomme dans la province du Haouz : cas du cercle d'Asni. conditions de mise en marché des pommes produites dans la zone d'action de ce projet, y compris les facteurs qui influencent leur qualité, notamment les conditions de production et de conservation.	Province du Haouz (Asni)	<a href="http://www.memoireonline.com/10/13/7607/Analyse-des-conditions-de-mise-en-marche-de-la-production-de-pomme-dans-la-province-du-Haouz--cas.html">http://www.memoireonline.com/10/13/7607/Analyse-des-conditions-de-mise-en-marche-de-la-production-de-pomme-dans-la-province-du-Haouz--cas.html</a>
Université Cadi Ayyad Marrakech, IRD	TDT	Estimation des besoins en eau des cultures dans la région de Tensift AL Haouz : Modélisation, Expérimentation et Télédétection. modèle de flux de surface et des mesures satellites pour estimer les besoins en eau des cultures dans une région semi-aride.	Bassin de Tensift	<a href="http://www.cesbio.ups-tlse.fr/data_all/theses/these_raki.pdf">http://www.cesbio.ups-tlse.fr/data_all/theses/these_raki.pdf</a>
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des pêches Maritimes.	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Séminaire international sur l'olivier: acquis de recherche et contraintes du secteur oléicole. Du 14 au 16 Mars 2002. faire le point d'une part, sur l'état d'avancement des innovations technologiques en oléiculture à l'échelle nationale et internationale et d'autre part, recevoir un feedback des structures de développement et de la profession quant à leurs attentes de la recherche dans ce domaine.	Marrakech	<a href="http://www.inra.org.ma/publications%5Couvrages%5Cactes%5Csolvier.pdf">http://www.inra.org.ma/publications%5Couvrages%5Cactes%5Csolvier.pdf</a>

1  
3  
2

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

• **Eau**

Institution	Type adaptation	Pertinence et stratégies	Zone, lieu	source
TREMA UCA ANR	Technologie développement de transfert	Modélisation des Transferts Sol-Végétation-Atmosphère et Assimilation de Produits satellitaires multi-capteurs sur les cultures irriguées du Sud de la Méditerranée. Application à la gestion de l'eau d'irrigation	Bassin de Tensift	MISTRALS (Mediterranean Integrated Studies at Regional And Local Scales)
TREMA UCA CNRST	Préparation; intervention d'urgence	Ressource et fonctionnement éco-hydrologique du bassin versant du Tensift (Marrakech)	Bassin de Tensift	www.cnrst.ma
MEMEE	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Valorisation des eaux pluviales en milieu rurales (mettfiates, barrages, digues, micro/macrocaptage) et en milieu urbains (pavés drainants, chaussée réservoir, fossés)	Haouz/Rhamna Marrakech	Atelier pour l'élaboration d'un catalogue de bonnes pratiques en gestion des eaux pluviales – GIZ/AGIRE.
MEMEE ABHT	Technologie de développement et de transfert	Renforcement de la recharge artificielle des nappes de la région Utilisation des SIG pour la comparaison des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité des nappes à la pollution.	Nappe du Haouz	Atelier international sur l'utilisation des techniques spatiales pour le développement durable. (Rabat, 25-27 avril 2007)
ABHT	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Opérationnalisation des contrats des nappes	Haouz, Mejjate, Bahira, Chichaoua	Elaboration des contrats-nappes du Haouz et du Bahira« Journée de démarrage du Contrat de Nappe de la Tadla et du Haouz», Beni Mellal, 23 Juin 2010
ABHT	Technologie de développement et de transfert	Maintien et préservation des infrastructures hydrauliques existantes	Région	<a href="http://www.water.gov.mance">http://www.water.gov.mance</a> du pouvoir des ingénieurs Mohamed El Faïz, 2001: La Grande Hydraulique dans le Haouz de Marrakech
ABHT Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA), MATEE	Technologie de développement et de transfert	Gestion optimale des aménagements hydrauliques Etude du plan de GIRE dans la plaine du Haouz,	Lac des barrages/plans d'eau	ABHT
MEMEE	Finance	Mobilisation de nouvelles ressources à travers la	bassin Haouz-Mejjat	Wilaya de Marrakech

		réalisation de grands barrages		
MEMEE ABHT	Technologie de développement et de transfert	Transfert d'eau interbassins	Haouz/Rhamna	La gestion des ressources en eau face aux changements climatiques. cas du bassin Tensift (MAROC), 2010 : Larhyss/Journal n° 08, Juin 2010, pp. 127-138
ABHT	Préparation; intervention d'urgence	Gestion optimale et planifiée des ressources en eau disponibles	Région/Provinces	TCN
RADEEMA RADEES ONEEP	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Renforcement des moyens de la police de l'eau	Centres urbains	Principaux Contrats Programmes Etat-EEP en cours d'exécution
RADEEMA RADEES ONEEP OMVA	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Renforcement de la lutte contre les prélèvements illégaux des ressources en eau	Région	<a href="http://www.radeema.ma">www.radeema.ma</a>
ABHT ONEEP	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Accélération et généralisation de l'application du principe du préleveur-payeur contenu dans la loi sur l'eau 10-95	Bassin	<a href="http://www.eau-tensift.net">www.eau-tensift.net</a>
RADEEMA RADEES ONEEP	Technologie de développement et de transfert	Amélioration du rendement des réseaux d'eau potable et industrielle; révision du système; investissements pour l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation et pour le recyclage de l'eau ;	Région	<a href="http://www.radeema.ma">www.radeema.ma</a> <a href="http://www.oneep.ma">www.oneep.ma</a>
MEMEE ONEEP	Renforcement des capacités	Renforcement et encouragement de l'utilisation des ressources en eau non conventionnelles et couplage de leur mobilisation avec l'utilisation des énergies renouvelables	Haouz	<a href="http://www.ormvah.ma">www.ormvah.ma</a>
MEMEE ONEEP	Technologie de développement et de transfert	Dessalement de l'eau de mer pour l'alimentation des villes côtières	Zone côtière de la région	<a href="http://www.oneep.ma">www.oneep.ma</a>
ONEEP	Technologie de développement et de transfert	Déminéralisation des eaux saumâtres	Région	<a href="http://www.oneep.ma">www.oneep.ma</a>
MEMEE ONEEP RADEES RADEEMA	Technologie de développement et de transfert	Généralisation dans les centres urbains de la région des stations d'Assainissement Liquide et d'Épuration	centres urbains	<a href="http://www.pseau.org">www.pseau.org</a>
MEMEE ONEEP	Technologie de développement et de transfert	Adoption en Milieu Rural des techniques écologiques d'assainissement autonomes (Ecosan)	Centres ruraux	<a href="http://www.agire-maroc.org">www.agire-maroc.org</a>

1  
3  
4

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

ABH	Préparation; intervention d'urgence	Instauration effective des périmètres de protection des captages et des champs captant d'eau	Zones des captages	www.abht.ma
ABH	Préparation; intervention d'urgence	Généralisation des cartes de vulnérabilités à la pollution	Région	www.unoosa.org
MEMEE & UCA	Renforcement des capacités	Renforcement de la formation, de la recherche scientifique et de l'innovation technologique dans le domaine 'eau et CC'	Organismes gestionnaires des ressources en eau/ Centre de recherches	www.memee.gov.ma
MEMEE & UCA	Renforcement des capacités	sensibilisation du grand public et des différents usagers de l'eau et lutte contre leur pollution à travers les manuels scolaires, les médias, les moyens audio-visuels, la société civile, Musée de la civilisation de l'eau à Marrakech, implication de la société civile	Région	<a href="http://www.memee.gov.ma">www.memee.gov.ma</a> Etude de la vulnérabilité et adaptation du Maroc face aux changements climatiques dans le cadre de la 3ème Communication Nationale sur le Changement Climatique. Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Environnement
MEMEE ABHT	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Adaptation de la loi 10/95 et promulgation des textes d'application restants	Région	<a href="http://www.memee.gov.ma">www.memee.gov.ma</a>
MEMEE ABHT	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Elaboration d'études juridiques, réglementaires et institutionnelles	Région	<a href="http://www.memee.gov.ma">www.memee.gov.ma</a>
MEMEE ABHT	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Accélération de la mise en œuvre des normes de rejets	Région	<a href="http://www.memee.gov.ma">www.memee.gov.ma</a>
MEMEE ABHT	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	Accélération de l'application du principe pollueur-payeur contenu dans la loi 10-95	Région	<a href="http://www.memee.gov.ma">www.memee.gov.ma</a>
AMSR UCA INAU OREDDMS CRDI	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale (RES)	(GIREPSE) Adaptation au CC dans le bassin de Tensift au Maroc par une gestion améliorée du bassin versant et le paiement pour les services environnementaux	Bassin de Tensift	<a href="http://www.gire-pse.com/">www.gire-pse.com/</a>
CNRST UCA	Gestion de risque de catastrophe	ICARE Impact des changements climatiques et vulnérabilité environnementale du Bassin Tensift Al Haouz : étude pilote pour le développement d'une stratégie d'Adaptation	Bassin de Tensift	<a href="http://www.cnrst.gov.ma">www.cnrst.gov.ma</a> www.uca.ac.ma

1  
3  
5

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires

TREMA LMI, IRD UCA ABHT	Gestion de risque de catastrophe	Fonctionnement et ressources hydro-écologiques en région semi-aride (Tensift, Maroc) : Caractérisation, modélisation et prévisions	Bassin de Tensift	www.trema.ucam.ac.ma
ATD CNEREE USAID	Renforcement de la Résilience Économique et Sociale	Projet d'Assainissement et de Réutilisation des Eaux Usées dans la Zone de Tidili – PAREUZZT	douars Timzguida, Tamatilte et Touarte	www.ucam.ac.ma/cnerree/projetPAREUZZT
START UCA	Gestion de risque de catastrophe	Stratégie adaptative face aux changements climatiques dans le Haut-Atlas marocain	Haut-Atlas	www.start.org

SUD/SUD Renforcement des capacités des chercheurs et des décideurs de l'Afrique subsaharienne dans le domaine du changement climatique (ACCFP)

START IRDC UCA CDRT <a href="http://www.accfp.org">www.accfp.org</a> www.start.org	-Stagiaire : Paul Ahidjo -Affiliation : Université de Yaoundé, Cameroun -Projet de stage : écologie et histoire du peuplement aux abords sud du lac Tchad : lien entre insécurité climatique, mouvements humains, stratégies d'adaptation et protection de l'environnement. -Période de stage : 15 décembre 2009 au 14 juillet 2010
	-Stagiaire : RIZIKI KABWE RIZE Christian -Affiliation : Tanya Center for conservation Biology Bukavu / Democratic Republic of the Congo -Projet de stage: Raising awareness of climate change risks and adaptation options in DR Congo -Période: 15 Avril au 15 Octobre 2009
	-Stagiaire : Amidou KPOUMIE -Affiliation : Université de Maroua, Cameroun -Projet de stage : Impacts et Adaptations des Changements Climatiques et Anthropiques sur les ressources en Eau, les Activités Agropastorales et la production énergétique du bassin Versant de la Sanaga au Cameroun -Période de stage : 12 mai 2009-11 mai 2010
	-Stagiaire : Armel Sambo -Affiliation : University of Ngaoundere, Cameroun Projet de stage : Cross border rivers in the Lake Chad basin: access, management and conflict (nineteenth and twentieth century's), -Période de stage : 15 janvier-15 octobre 2009
	-Stagiaire : Kouakou Yao Etienne -Affiliation : Institut de gestion des Ressources Naturelles, Cote d'Ivoire Projet de stage : Sustainable Management Of Water Resources In Context of Climate Change -Période de stage: 12 octobre 2012-11 septembre 2013
	-Stagiaire : MFOCHIVE Oumarou Farikou -Affiliation : Université de Yaoundé I -Projet de stage : Variabilité climatique et activités anthropiques dans l'écosystème forestier du bassin du Congo au Sud-Est du Cameroun: Impacts sur les ressources en eau et stratégies d'adaptation des populations riveraines. -Période de stage : 01 novembre 2015 30 juin 2016

1  
3  
6

Evaluation des impacts du changement climatique dans la Région Marrakech Safi: élaboration d'un cadre orientation pour l'adaptation en vue d'une formation au bénéfice du Maroc et des pays subsahariens partenaires



## • **Annexe 2 : Critères et indicateurs pour juger les actions d'adaptation**

Le processus de formulation des options et de hiérarchisation et de sélection des mesures d'adaptation doit impliquer un large éventail de Parties prenantes. Il est important que les Parties prenantes soient associées à toutes les étapes du processus (choix de la méthode, choix des critères et utilisation de la méthode). Pour identifier les Parties prenantes appropriées, il faut procéder à une analyse. Il faut en particulier que les personnes menacées soient impliquées. L'utilisation des connaissances et des savoir-faire locaux, l'obtention d'un soutien et la mobilisation des ressources locales accroissent l'efficacité de l'adaptation.

Le tableau donne un aperçu des questions à poser.

### **Critères et indicateurs pour juger les actions d'adaptation**

<b>CRITÈRE</b>	<b>INDICATEURS/ SOUS CRITÈRES</b>	<b>QUESTIONS A POSER</b>
<b>Efficacité de l'adaptation</b>	Fonction d'adaptation	La mesure permet-elle une adaptation en termes de réduction des impacts, de réduction des risques, de renforcement de la résilience ou d'accroissement des opportunités?
	Robustesse face à l'incertitude	La mesure est-elle efficace dans différents scénarios climatiques et différents scénarios socioéconomiques?
	Flexibilité	Est-il possible d'apporter des ajustements ultérieurement si les conditions changent nouveau ou si les changements sont différents de ceux qui sont anticipés aujourd'hui?
<b>Effets secondaires</b>	Zéro regret	La mesure contribue-t-elle à une gestion de l'eau plus durable et a-t-elle des avantages pour ce qui est d'atténuer des problèmes déjà existants?
	Gagnant-gagnant (ou gagnant-perdant)	La mesure comporte-t-elle des avantages annexes pour d'autres objectifs sociaux, environnementaux ou économiques? Par exemple: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contribue-t-elle à réduire l'écart entre la disponibilité de l'eau et la demande d'eau?</li> <li>▪ Affecte-t-elle la réalisation d'autres objectifs de gestion de l'eau (par exemple l'écoulement des fleuves)?</li> <li>▪ Crée-t-elle des synergies avec l'atténuation (par exemple, conduit-elle à une diminution des émissions de GES)?</li> </ul>
	Effets d'entraînement	La mesure affecte-t-elle la capacité d'adaptation d'autres secteurs ou agents? La mesure cause-t-elle ou aggrave-t-elle d'autres pressions environnementales? La mesure contribue-t-elle à l'atténuation?
<b>Effizienz/coûts et avantages</b>	Faible regret	Les avantages que la mesure apportera sont-ils élevés par rapport aux coûts?(Si possible, prendre aussi en considération les effets distributifs (par exemple l'équilibre entre coûts publics et privés), ainsi que les valeurs non monétaires et les effets négatifs sur d'autres objectifs des politiques.)

<b>Conditions encadrant la prise des décisions</b>	Équité et légitimité	Qui gagne et qui perd à l'adaptation? Qui décide de l'adaptation? Les procédures décisionnelles sont-elles acceptées par les intéressés et les Parties prenantes y sont-elles associées? Les effets des changements climatiques ou les mesures d'adaptation ont-ils des effets distributifs?
	Faisabilité de la mise en œuvre	À quels obstacles se heurte la mise en œuvre? <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Techniques</li> <li>▪ Sociaux (nombre de Parties prenantes, diversité des valeurs et des intérêts, degré de résistance)</li> <li>▪ Institutionnels (conflits entre les réglementations, degré de coopération, modifications à apporter aux arrangements administratifs en vigueur)</li> </ul>
	Alternatives	Existe-t-il des alternatives à la mesure d'adaptation envisagée qui seraient moins coûteuses ou auraient moins d'effets secondaires négatifs?
	Priorité et urgence	Quel est le degré de sévérité des effets climatiques visés par la mesure d'adaptation comparé à celui d'autres effets anticipés dans la zone/le bassin/le pays? Quand les effets des changements climatiques devraient-ils se produire? Sur quelles échelles de temps l'action doit-elle porter?

Source: Draft guidance on «River Basin Management in a changing climate - a Guidance document», version 2 du 4 septembre 2009 l'UE sur l'eau.

## • **Annexe 3 : Vue d'ensemble des mesures possibles d'adaptation**

### • **Secteur: eau**

TYPE DE MESURES	SITUATION SUJETTE AUX INONDATIONS	SITUATION SUJETTE AUX SÉCHERESSES	DÉTÉRIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU
PRÉVENTION/ AMÉLIORATION DE LA RÉSILIENCE  Les mesures comprennent...	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limitation de l'urbanisation dans les zones sujettes aux inondations</li> <li>▪ Mesures visant à maintenir la sécurité des barrages, boisement et autres mesures structurelles visant à éviter les coulées de boue</li> <li>▪ Construction de digues</li> <li>▪ Modifications du fonctionnement des réservoirs et des lacs</li> <li>▪ Gestion de l'utilisation des terres</li> <li>▪ Mise en oeuvre de zones de rétention</li> <li>▪ Amélioration des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Réduction du besoin d'eau</li> <li>▪ Mesures de conservation de l'eau/utilisation efficace de l'eau (pratiques et technologies de l'industrie et d'autres secteurs, recyclage/réutilisation des eaux usées)</li> <li>▪ Économie de l'eau (par exemple systèmes de permis pour les utilisateurs de l'eau, éducation et sensibilisation)</li> <li>▪ Gestion de l'utilisation des terres</li> <li>▪ Promotion des technologies et pratiques économes en eau (par exemple irrigation)</li> <li>▪ Élargissement de la disponibilité de l'eau (par exemple augmentation de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prévention et nettoyage des décharges dans les zones sujettes aux inondations</li> <li>▪ Amélioration du traitement des eaux usées</li> <li>▪ Régulation des rejets d'eaux usées</li> <li>▪ Amélioration des prises d'eau potable</li> <li>▪ Sécurité et efficacité des systèmes d'eaux usées</li> <li>▪ Isolation des décharges dans les zones sujettes aux inondations</li> <li>▪ Installations de stockage temporaire des eaux usées</li> <li>▪ Protection des bassins (par exemple en étendant les zones protégées)</li> </ul>

	<p>possibilités de drainage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mesures structurelles (barrages temporaires, construction de logements résilients, modification de l'infrastructure des transports)</li> <li>▪ Migrations de populations hors des zones à haut risque</li> </ul>	<p>capacité des réservoirs)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amélioration du bilan hydrique des paysages</li> <li>▪ Introduction ou renforcement d'une stratégie durable de gestion des eaux souterraines</li> <li>▪ Fonctionnement conjoint de réseaux d'approvisionnement en eau et de gestion de l'eau ou création de nouveaux réseaux</li> <li>▪ Identification et évaluation de ressources en eau stratégiques alternatives (eaux de surface et eaux souterraines)</li> <li>▪ Identification et évaluation de solutions technologiques alternatives (dessalement, réutilisation des eaux usées)</li> <li>▪ Accroissement de la capacité de stockage (des eaux de surface et des eaux souterraines) naturelle et artificielle</li> <li>▪ Envisager des infrastructures supplémentaires d'approvisionnement en eau</li> <li>▪ Instruments économiques tels que compteurs, prix</li> <li>▪ Mécanismes de réallocation de l'eau aux utilisations les plus utiles</li> <li>▪ Réduction des fuites dans le réseau de distribution</li> <li>▪ Récolte et stockage des eaux de pluie</li> <li>▪ Réduction de la demande d'eau pour l'irrigation en changeant la répartition et le calendrier des cultures, la méthode d'irrigation</li> <li>▪ Promotion des pratiques locales d'utilisation durable de l'eau</li> <li>▪ Importation de produits agricoles exigeant beaucoup d'eau (eau virtuelle)</li> </ul>	
<p>PRÉPARATION</p> <p>Les mesures comprennent...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alerte aux crues (y compris alerte précoce)</li> <li>▪ Plans d'urgence (y compris évacuation)</li> <li>▪ Risques de crues .clairs</li> <li>▪ (mesures prises à titre préventif, vu que le temps laissé. par l'alerte est trop court pour réagir)</li> <li>▪ Cartographie des risques d'inondation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Élaboration d'un plan de gestion de la sécheresse</li> <li>▪ Modification des règles de fonctionnement des réservoirs</li> <li>▪ Hiérarchisation des utilisations de l'eau</li> <li>▪ Restrictions à la captation de l'eau pour les utilisations prévues</li> <li>▪ Plans d'urgence</li> <li>▪ Sensibilisation</li> <li>▪ Communication des risques au public</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restrictions au rejet des eaux usées et mise en œuvre d'un stockage d'urgence de l'eau</li> <li>▪ Surveillance régulière de l'eau potable</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Améliorer la prévision et de l'information modèles des impacts du changement climatique sur les inondations</li> <li>▪ La rétention naturelle des eaux de crue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Formation et exercices</li> </ul>	
--	--	--	--

- **Secteur Forêt et Biodiversité**

### **Propositions des activités d'adaptation aux changements climatiques**

Au niveau des actions de prévention et de lutte contre les feux de forêts, plusieurs points de vulnérabilité ont été relevés :

#### **Renforcer la résilience au feu**

Les programmes de boisements de ces massifs est basé essentiellement sur l'introduction d'essences résineuses en particulier le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) ou/et le Pin maritime (*Pinus pinaster* var. *maghrebiana* Villar.) généralement en formation mono-spécifique. Il est admis que les résineux et les pinèdes en particulier, sont classés parmi les formations les plus inflammables et qui sont riches en combustibles et donnent par conséquent plus facilement naissance à un incendie qu'une forêt de feuillus. De plus, les litières d'aiguilles de pins s'enflamment très vite et facilite l'extension du feu d'un peuplement à un autre. Dans ce sens, il paraît judicieux afin de renforcer la résilience de ces peuplements aux feux de s'orienter vers des formations mixtes à base de feuillus moins inflammable. C'est le cas du chêne vert considéré comme espèce indigène et présentant une grande plasticité écologique. Dans la basse montagne (piedmont), il serait profitable pour la population de planter des arbres de Caroubier.

#### **Augmenter les postes de vigies**

Le nombre de postes vigies par massif forestier reste très insuffisant en relation avec la sensibilité aux feux et la superficie relativement importante de ces peuplements considérés comme des « forêts à risque ». Ce point paraît en relation directe avec le coup et la complexité administrative de leur mise en place. Il en est de même pour les gardiens des postes vigies et les guetteurs mobiles des feux de forêt surtout en été considérée comme la période la plus sensibles aux feux.

#### **Etablir une cartographie des peuplements ou zones à risque.**

Mettre en place une cellule de veille qui se chargera du suivi des feux de forêt et établira en période de crise et en temps réel le lien direct entre les guetteurs sur le terrain et les services compétents (autorités locales, protection civile...etc.).

#### **Impliquer d'une façon directe la population riveraine**

Impliquer d'une façon directe la population riveraine dans les programmes d'entretien et de lutte contre les feux de forêts (mobilisation collective). Ce point reste très important dans les programmes d'adaptation de la population aux impacts des changements climatiques sur le secteur forestier dans la région. Il a été rapporté que le concours de la population locale était crucial dans le contrôle de plusieurs feux déclarés dans certaines forêts à risque.

Il est à noter que la majorité de ces aires protégées dans la région sont des zones qui sont fortement habitées ce qui crée un conflit entre la conservation de la biodiversité et le droit d'usage de la

population locale. Plusieurs actions peuvent être menées pour atténuer cette dégradation afin de renforcer la résilience des différents écosystèmes. Parmi ces actions nous avons :

- Intégrer les enjeux du changement climatique aux politiques existantes de conservation et de gestion de la biodiversité.
- Le développement de d'autres zones protégées dans la région. Cela permettra de renforcer les actions de conservation de la biodiversité écosystémique et fournira des laboratoires à ciel ouvert pour des travaux de recherches et de suivis des impacts des changements climatiques sur l'écosystème forestier et les stratégies d'adaptation. Il est bien évident que cette opération ne peut être réalisée qu'avec l'implication de la population locale dans la gestion de ces espaces protégés.
- Renforcer les zones dégradées par la plantation d'espèces adaptées et présentant une grande plasticité écologique. Il est bien évident que le principe de boisement sera basé sur la diversification des espèces (formation mixte) pour assurer une meilleure adaptation du milieu aux conditions changeantes.
- La mise en place en parfaite coordination avec les associations locales de plusieurs projets de développement humain visant à réduire la pression de l'Homme sur la biodiversité locale.

Au niveau de la pullulation des ravageurs des forêts, il est important de noter que malgré qu'il y a un service de « santé de forêt » rattaché à la DREFLCD-HA, nous disposons de très peu de données concernant ce point. Il paraît qu'il y a très peu de mesures qui ont été menées pour avoir un état de lieu de la progression de ces ravageurs et surtout pour les éradiquer ou limiter leur progression dans la région. Cette situation montre l'absence d'un système d'observation et de suivi de l'état de santé des forêts à l'échelle de la région. Seuls des actions de traitements chimiques très aléatoires ont été réalisés dans le passé en étroite collaboration entre la DREFLCD-HA et l'ONSSA de Marrakech. Cependant, ces actions restent très limitées dans le temps et l'espace et surtout moins respectueuses de l'environnement (utilisation de produits chimiques toxiques).

Des observations périodiques sur le terrain nous ont permis de relever un nombre important de foyers de la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) considérée comme un très bon indicateur du suivi des changements climatiques dans la forêt méditerranéenne (Asse et al., 2014). Ces foyers sont visibles aussi bien sur des populations naturelles qu'artificielles (reboisements) ce qui montre bien que la maladie de la processionnaire est en expansion dans les différents peuplements à base du Pin et dans même des reboisements de cèdre de l'Atlas dans la région. En effet, il a été rapporté que l'augmentation de la température engendre une croissance rapide des premiers stades larvaires chez cet insecte lui permettant d'atteindre un stade de développement plus avancé avant la période hivernale et d'accroître ainsi sa survie durant cette période (Battisti et al., 2005). Cette situation explique la survie des larves dans les zones d'expansion et donc l'installation durable des populations migrantes. D'autres études ont bien montré que la progression de la chenille processionnaire du pin est en relation directe avec le réchauffement climatique et la plantation d'arbres hôtes (Robinet et Roques, 2010).

Des études entomologiques réalisées sur des populations de deux essences naturelles de la région (*Juniperus thurifera* subsp. *africana* et *Cupressus atlantica*) ont mis en évidence l'éruption de

plusieurs insectes ravageurs et qui ont trouvé refuge au niveau des cônes des deux espèces menacées au Maroc (Bigot et al., 1989 ; El Alaoui, 2013). Parmi ces ravageurs conophages nous avons *Megastigmus atlanticus* Roques et slk, *Megastigmus wachtli*, *Pseudococcyx tessulatana*, *Orsillus depressus*, *Nanodiscus transversus*, *Argyresthi areticulata* and *Pammene juniperana*. Il est bien évident que la pullulation par ces insectes ravageurs peut avoir des conséquences sur la production du bois et des semences et sur la fragilité des arbres affectant l'état physiologique de ces arbres ainsi que leur valeur marchande et leur capacité de régénération naturelle.

Parmi les actions qui peuvent être mises en places pour limiter la progression des ravageurs dans la région nous avons :

- La mise en place d'une stratégie de lutte contre la progression des ravageurs (espèces nuisibles) et surtout celle de la chenille processionnaire du Pin. L'implication de la population riveraine est indispensable pour la réussite de l'opération. Les nids collectés doivent être incinérés ou déposés à terre à distance des peuplements. Il existe également des méthodes de lutte microbiologique par la pulvérisation d'un biopesticide à base de *Bacillus thuringiensis* ou des méthodes dites alternatives (lutte physiologique) agissant sur le comportement physiologique de la chenille (Rivière 2011).
- Il serait également indispensable de faire des formations au profit du personnel des eaux et forêt et d'avoir à l'échelle de la région des cellules de veilles qui se chargera du suivi de l'état sanitaire de la forêt. Comme base de données, il serait judicieux d'élaborer des fiches descriptives des différentes espèces nuisibles rencontrées dans la région.
- Sensibiliser et surtout impliquer la population riveraine dans les programmes de suivi et de lutte contre les ravageurs de la forêt par des cycles de formations spéciales.

Pour optimiser les pratiques de sylviculture et préparer les écosystèmes forestiers à faire face aux changements climatiques il serait intéressant :

- De faire une présélection des semences (par provenance) afin d'avoir des populations plus adaptées aux conditions du milieu changeantes. Il serait intéressant également de maintenir un niveau élevé de diversité génétique par l'obtention de plantules provenant de différentes sources de graines (différents peuplements classés de la région). L'aide à la régénération en peuplements naturels devra être axée vers l'apport de plants ayant des caractéristiques génétiques différentes.
- Etablir une liste d'essences autochtones ayant connu une régression importante dans leurs aires de distribution naturelles (essences vulnérable). Il est bien évident que la régénération forestière doit s'orienter vers le choix d'espèces ou provenances plus adaptées aux nouvelles conditions climatiques (ayant une plus grande plasticité écologique).
- Développer d'avantage de nouvelles forêts sur les terres marginales ou abandonnées via des programmes de boisements ou de reboisement durables.
- Mettre en place une commission interdisciplinaire qui se chargera du suivi des reboisements à l'échelle de chaque zone d'action.

- Dans le cadre de la régénération des forêts, il serait judicieux d'accorder la priorité aux essences indigènes tout en essayant d'étudier et d'introduire de nouvelles essences ayant la capacité de s'adapter aux conditions climatiques changeantes. Dans les écosystèmes dégradés (instables), les forêts mixtes (combinaison de plusieurs essences) devraient être recommandées.

- 

- **Agriculture**

Une lecture du secteur agricole laisse émaner plusieurs défis à relever sur plusieurs niveaux d'action pour permettre un développement durable. La marge de manœuvre d'extension des superficies agricoles est réduite. Avec les mêmes facteurs de productions actuels sinon moins, il faut faire plus et mieux. Comblé le manque à gagner en production, tel est le défi à relever pour l'avenir.

Les options d'adaptation recommandées pour le secteur d'agriculture dans la région sont les suivantes :

Mesures d'ordre technique

- Modifications des pratiques agricoles
  - refonte du calendrier agricole traditionnel
  - utilisation de semences sélectionnées et choix de variétés adaptées au climat
  - reconversion et repositionnement des cultures
- Modifications des stratégies d'irrigations
  - élargissement de l'irrigation : application de l'irrigation complémentaire
  - ou intensification de l'irrigation : application de l'irrigation totale
  - généralisation de techniques optimales d'irrigation

Mesures académiques

Mesures d'ordre législatif

### **Mesures techniques**

Le changement des systèmes de production agricole tenant compte de l'impact prévisible des CC sur l'écophysologie des cultures. Cet impact pourrait concerner la phénologie de certaines cultures pérennes ce qui conduit à identifier les modalités d'adaptation au niveau des systèmes de culture pratiqués. L'adaptation pourrait se faire en considérant les changements saisonniers et les dates de semis. Pour les cultures de saison courte telles que le blé, le riz, l'orge, et beaucoup de légumes, l'allongement de la saison de croissance permettrait plus de cultures par an.

Relativement aux mesures techniques qui se rapportent au secteur irrigué, il faut viser un double objectif: celui de la valorisation de l'eau d'irrigation par les productions végétales et celui de la gestion rationnelle et de l'économie d'eau en agriculture. Les interventions à accomplir pour réaliser ces objectifs consistent en l'amélioration du service de l'eau d'irrigation. Celle-ci passe par:

- ✓ L'amélioration de l'irrigation à la parcelle en encourageant les systèmes les plus efficaces (irrigation localisée ou goutte à goutte). L'agriculture irriguée est généralement affectée



- de manière moins négative que l'agriculture bour mais ajouter de l'eau est coûteux et sujet à la disponibilité des apports en eau.
- ✓ La gestion optimale de l'offre et de la demande en adoptant des systèmes de pilotage de l'irrigation ;
  - ✓ La formation des agriculteurs et leur regroupement dans le cadre d'associations d'usagers ;
  - ✓ Le développement de la gestion participative en intégrant les usagers (MATHUE, 2001).

### Mesures académiques

Des stratégies importantes pour améliorer la capacité de l'agriculture à répondre aux diverses demandes et pressions, déduites d'efforts passés pour transférer une technologie et fournir une assistance au développement agricole, comprennent:

#### ▪ La formation et la sensibilisation

La formation et la sensibilisation des agriculteurs : Des experts en agronomie peuvent guider vers des stratégies et des technologies possibles qui seraient efficaces. Les agriculteurs doivent évaluer et comparer ces options pour trouver celles qui sont appropriées à leurs besoins et aux circonstances de leurs exploitations.

#### ▪ La recherche, la vulgarisation et surtout communication des résultats

Des centres de recherche et des stations expérimentales en agriculture peuvent examiner la robustesse des systèmes agricoles actuels et tester celle de nouvelles stratégies d'exploitation agricole au fur et à mesure qu'elles sont développées pour rencontrer les changements de climat, de technologie, de prix, de coûts et d'autres facteurs. Une communication interactive qui délivre les résultats de recherche aux agriculteurs et les problèmes, les perspectives et les réussites des agriculteurs aux chercheurs est un pan essentiel du système de recherche en agriculture.

Au niveau de la recherche scientifique plusieurs axes de recherche peuvent être développés :

- Investir dans la recherche en changement climatique ;
- Mettre en place des systèmes d'alerte précoce et de diffusion d'informations relatives aux CC ;
- Mettre en œuvre des projets portants sur l'amélioration de la sécurité et la souveraineté alimentaire ;
- Mener des recherches agricoles appliquées ;
- Encourager les études sur les CC dans les universités et inclure cette thématique dans le cursus de formation ;
- Etablir des programmes d'évaluation de la vulnérabilité des écosystèmes ;
- Mettre en place des programmes de vulgarisation et des actions sur les itinéraires techniques des systèmes de production ;

### Mesures d'ordre législatif

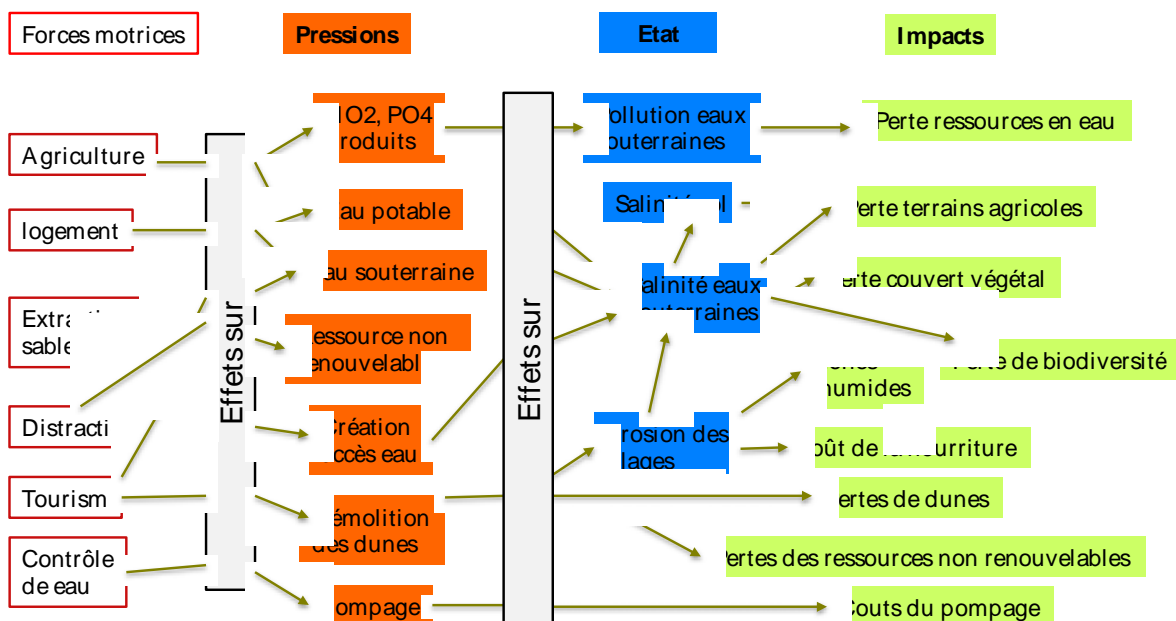
Parmi les mesures à entreprendre dans ce sens on peut citer :

- la promulgation de lois plus sévères gérant l'utilisation de l'eau d'irrigation : pour les offices comme pour les agriculteurs ;
- la sanction des mauvais utilisateurs que ce soit de l'eau ou du capital terre ;
- l'octroi des primes et des subventions pour les agriculteurs probants ;
- Organisation des métiers de l'eau : organismes de contrôle, Bureaux d'études et les sociétés commerciales.

- **Littoral**

Les écosystèmes côtiers sont très fragiles et sujets à des impacts qui sont causés soit directement par les différentes activités humaines (Voir modèle ci dessous), soit indirectement, en raison des transformations et des dommages engendrés par les effets des changements climatiques. Une stratégie d'adaptation a comme objectif principal de renforcer la résilience des communautés vivant dans les zones côtières de la région. La mise en place de recherches action participative de co-construction et de co-production de processus et de modes de gouvernance adaptatifs en zone côtière et de stratégies d'adaptation aux effets des changements climatiques et environnementaux est une première urgence.

Modèle conceptuel DPSIR pour les zones littorales entre Safi et Essaouira



## **Renforcer la stratégie nationale de Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC)**

La nécessité de collaborer étroitement sera également au coeur de la stratégie de Gestion Intégrée de la Zone Côtière (GIZC), déjà initiée par le gouvernement, mais qui doit être approfondie et étendue à l'ensemble du littoral. L'approche GIZC, importante dans le contexte actuel, risque de devenir essentielle face aux impacts du changement climatique.

La stratégie doit reposer, entre autres, sur :

### **La cartographie de la vulnérabilité du littoral de la région face à l'élévation accélérée du niveau de la mer**

- Une identification et définition de la vulnérabilité des sites et du littoral de la région sous l'effet de l'élévation du niveau de la mer en se basant sur des analyses et des croisements spatiaux des couvertures SIG géo référencées, et à partir de l'interprétation du modèle numérique du terrain.
- La définition d'un classement des sites, en fonction de leurs indices de menace, de sensibilité et de vulnérabilité en se basant sur l'outil SIG et le MNT.
- L'élaboration des cartes de vulnérabilité des sites face à l'élévation du niveau de la mer avec des échelles de temps (différentes périodes), etc. ....
- Le développement d'un modèle de simulation du fonctionnement du littoral de la région face à une élévation du niveau marin.
- La définition des outils de prévision et d'anticipation des impacts.
- La création d'un système opérationnel de prévision des impacts, basé sur des prévisions hydrodynamiques large (pour le court terme) et sur les scénarios de variations du niveau marin à moyen et long termes.

### **La mise en place d'un système d'alerte précoce**

Il s'agit de mettre en place une alerte exacte, reçue à temps, accompagnée d'une information correcte sur l'événement et suivie d'une bonne interprétation concernant : Les inondations, la submersion, l'érosion marine, tsunamis susceptibles d'affecter le littoral.

La stratégie doit aussi reposer sur :

- La nécessité de disposer de données scientifiques validées (climatiques, biologiques, chimiques, physiques, etc.), permettant de parvenir à une gestion durable et intégrée des zones côtières et du milieu marin.
- La nécessité de développer des programmes à l'échelle des régions afin d'échanger les connaissances, de favoriser le transfert de technologies, et de tirer des leçons des recherches déjà effectuées.

- une délimitation rigoureuse du Domaine Public et des fenêtres naturelles à préserver;
- une bonne gestion du réseau d'assainissement des déchets liquides et solides et un traitement des eaux déversées dans les estuaires et en mer;
- Une protection sélective des différentes zones côtières en fonction du niveau de leur vulnérabilité au changement climatique et de leur caractère plus ou moins précieux (sur le plan patrimonial) ou utile (sur le plan socio-économique) ;
- Le choix d'allier la poursuite des activités traditionnelles – tout en les réformant - et le lancement d'autres innovantes et protectrices, permettant de développer la valeur économique et sociale des zones côtières et leur valeur en terme monétaire, pour empêcher une trop rapide consommation du terrain disponible ;
- Une application effective des directives de la nouvelle loi sur le littoral
- des études d'impact sérieuses en ce qui concerne les projets d'équipement, pour éviter que les plages et les falaises ne reculent à grande vitesse en raison de l'hydrodynamisme particulier de certains secteurs de la côte (Safi).
- Les actions de sauvegarde, de réhabilitation, de gestion ne peuvent se concevoir que dans le cadre d'une conception intégrée, énonçant des principes clairs et bien définis, dans un environnement juridique de droit et d'équité et grâce à l'acquisition par tous d'une sensibilité écologique et d'un comportement éthique.
- La réhabilitation et la fixation des dunes par la végétation ;
- La construction de murs de protection et/ou le renforcement des enrochements pour protéger les zones urbanisées les plus exposées, notamment les habitations, et les établissements touristiques et industriels.

## Stratégie Halieutis

La mise en oeuvre de la stratégie Halieutis est le meilleur véhicule disponible pour incorporer pleinement les impacts du changement climatique dans les mesures d'aménagement des pêches que le Gouvernement du Maroc sera amené à prendre. Plus spécifiquement, il convient en particulier de considérer les mesures concrètes suivantes :

- Établir une cartographie des risques à deux niveaux : risques géographiques et risques socio-économiques. Au niveau géographique, il est impératif d'identifier avec un degré de précision les zones à risque sur le littoral marocain. Au plan socio-économique, il convient de développer des indicateurs de vulnérabilité du secteur halieutique face au changement climatique. Il est à priori évident que les pêcheurs artisanaux soient les plus vulnérables, qu'ils manquent de moyens nécessaires et seront les premières victimes en cas de catastrophe maritime ou d'une variabilité importante de la ressource halieutique. Cette

cartographie permettra donc de raffiner les connaissances sur la situation actuelle et d'orienter certaines pêcheries vers d'autres espèces disponibles et moins sensibles au changement climatique.

- Assurer une meilleure adhésion des pêcheurs en confrontant directement les problèmes techniques et socio-économiques auxquels ils sont confrontés.
- Envisager des plans de recasement social propres aux pêcheurs et à leurs familles. En effet, les mesures à considérer portent à la fois sur les mesures de réduction ou d'adaptation de l'effort de pêche, et sur les mesures à même d'accroître la capacité d'adaptation des communautés de pêcheurs, notamment à travers le développement des activités alternatives génératrices de revenus.
- Surmonter les contraintes et obstacles qui empêchent l'application des lois et des plans d'aménagement de la ressource.
- Prendre toutes les mesures disponibles pour limiter, voire éliminer les techniques de pêche destructrices, y compris le chalutage. L'adoption de mesures de pêche plus sélectives sera à même de réduire les coûts de production, y compris à travers les économies d'énergie.
- Réévaluer les termes des accords de pêche entre le Maroc et les flottilles de pêche étrangères, afin d'incorporer les impacts du changement climatique sur les stocks dans l'établissement des quotas de prise permise.