

Changement climatique dans le bassin versant de Seyhan en Turquie : signes actuels et mesures d'adaptation

par Aydin TUFEKCIOGLU

La bassin versant de Seyhan, situé à l'est de la région méditerranéenne de Turquie a été particulièrement étudié, car il est l'une des plus importantes régions de Turquie en matière écologique, mais aussi économique, puisque les activités agricoles y sont très développées. Les premiers signes du changement climatique sont déjà apparus. Cet article décrit les impacts attendus et les conséquences écologiques et socio-économiques prévisibles. Une meilleure connaissance de la vulnérabilité des différents secteurs et de leurs capacités d'adaptation permettra de proposer des mesures adéquates.

Introduction

Le bassin versant de Seyhan est situé à l'est de la région méditerranéenne de Turquie méridionale. Elle est formée d'une partie des villes d'Adana, Kayseri, Niğde, Mersin, Sivas et Kahramanmaraş (Cf. Fig. 1). Il couvre une surface de 21 741 km² pour une population de 2,4 millions d'habitants (ANONYME, 2009). 74,8% de la population est citadine, et les 25,2% restants vivent dans des zones rurales.

En tant que deuxième plus grand bassin fluvial après le Nil dans la Méditerranée orientale, le bassin versant du fleuve Seyhan est, en matière agricole, une des régions les plus importantes en Turquie et en Europe (ANONYME, 2009). Il est aussi, en ce qui concerne la diversité biologique, l'une des régions les plus riches du monde : l'agriculture sèche, l'agriculture irriguée, l'élevage... offrent une grande variété de débouchés agricoles pour les populations locales. Les principales cultures sont le blé, le maïs, l'orge, l'avoine, le coton, des fruits et légumes (ANONYME, 2009). Les moyens de subsistance des populations du bassin versant proviennent principalement des activités agricoles : 28% de la population tirent leur subsistance de l'agriculture, 11% de l'élevage, et 9,8% du secteur des services du gouvernement. Le taux de chômage est de 18,4% pour les femmes et 31,7 % pour les hommes dans la zone du bassin versant (ANONYME, 2009).

En termes de structure géographique, le bassin du fleuve Seyhan se compose de hautes steppes, de zones de montagne, de zones de transition, de plaines basses et du delta de Cukurova. En raison des variations d'altitude, différents climats dominent dans le bassin de la rivière Seyhan. Tandis que les hivers sont chauds et pluvieux et les étés arides et chauds dans les parties inférieures du bassin, un climat continental

avec des hivers froids et des étés chauds et avec des taux de précipitations faibles est observé dans les parties supérieures du bassin (ANONYME, 2009).

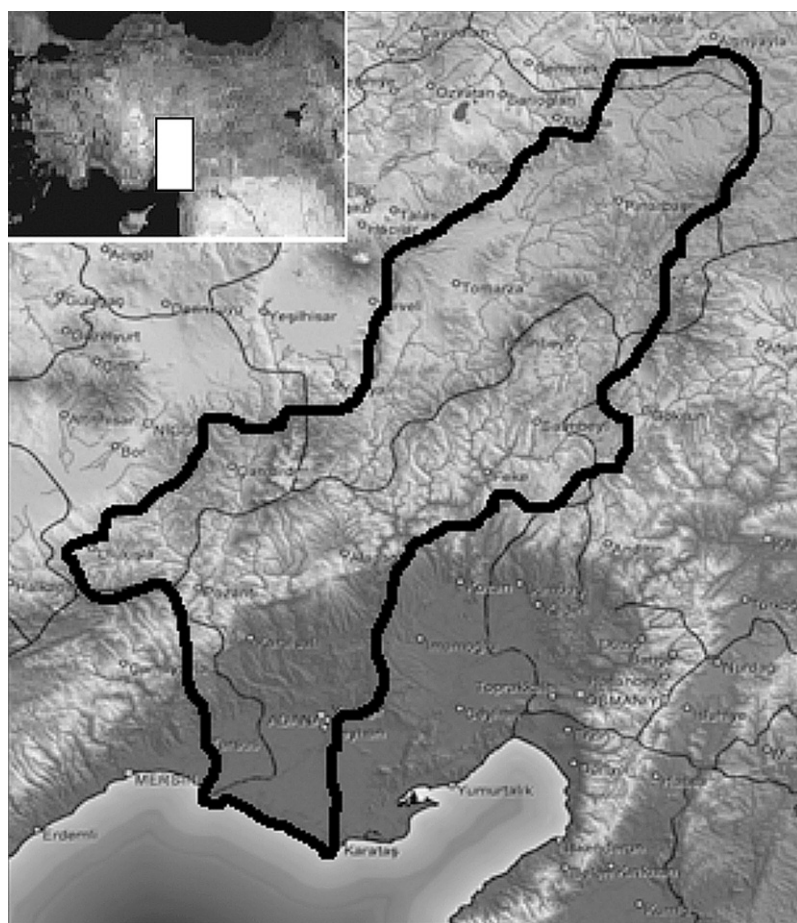
Le couvert végétal diffère en grande partie dans le sens sud-nord en fonction du climat et des régions biogéographiques (Cf. Fig. 2). Les zones naturelles du sud du bassin sont dominées par des formations de maquis. Les montagnes Aladağlar sont dominées par les forêts de conifères. Les zones au nord sont principalement des steppes arides avec des taches éparses de végétation arbustive de chêne (ZEYDANLI & ÜLGEN, 2009). Le bassin versant peut être divisé en quatre sous-écorégions selon une étude réalisée par DKM (ZEYDANLI & ÜLGEN, 2009). Ces sous-écorégions sont :

Çukurova :

Elle couvre une superficie de 514 306 hectares. Il s'agit d'une plaine alluviale sous l'influence du climat méditerranéen de la côte. Les activités agricoles sont nombreuses et la plus grande partie de la sous-écorégion est convertie en champ agricole (environ 261 337 ha).

Fig. 1.

Carte du bassin versant de Seyhan.



Aladağlar :

Elle est couverte par les montagnes du Taurus et abrite l'un des plus hauts sommets de la Turquie, le Medetsiz (3524 m). 254 475 des 799 915 hectares de cette sous-écorégion sont couvertes de forêts. Cette sous-écorégion a un climat typiquement méditerranéen, mais est plus frais en raison de la haute altitude. L'élevage est une activité économique et historique importante dans cette zone.

Tahtalı Mountains :

Il s'agit d'une sous-écorégion très montagneuse, dans le sud-ouest du bassin. Elle a un climat continental et est beaucoup plus sèche par rapport à Aladağlar. Bien qu'elle soit très semblable à l'Anatolie de l'Est avec ses caractéristiques montagneuses, elle abrite aussi des espèces de la steppe de la montagne basse d'Anatolie centrale. Ces montagnes sont dans la zone de transition entre la partie orientale et occidentale de la Turquie. Sur les 663 337 hectares au total de la zone, 219 464 hectares sont des steppes et 24 872 hectares des forêts.

Binbo a Mountains :

Cette sous-écorégion est située dans le nord-est du bassin et est très montagneuse. Elle a un climat continental. Ces montagnes sont beaucoup plus semblables, au niveau biologique, à l'Anatolie orientale et présentent des caractéristiques de transition comme les montagnes Tahtalı. Forêts et steppe, totalisent 59 470 hectares dans cette sous-écorégion.

Signes actuels du changement climatique dans le bassin versant

Il existe plusieurs indicateurs liés au climat qui montrent un changement progressif dans le climat du bassin versant. Le tableau I montre les températures les plus élevées signalées chaque mois pour les années 1970 à 2011. Ces données révèlent que 9 sur 12 de ces températures maximales enregistrées ont été observés dans les 20 dernières années. D'autre part, les températures annuelles moyennes dans la station météorologique d'Adana montrent une tendance à la hausse progressive au cours des 40 dernières années (Cf. Fig. 2), tandis que les données

Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
26.5	25.0	32.0	37.5	40.6	41.3	44.0	43.8	43.2	39.4	33.3	30.8
1971	1979	2008	2008	1990	2002	1978	1998	1994	1994	1992	2010

sur les précipitations annuelles montrent une tendance à la baisse sur la même période (Cf. Fig. 3). Les données sur les écoulements annuels du fleuve Seyhan indiquent également une diminution du débit de la rivière au cours des dernières décennies (Cf. Fig. 4). La plus forte baisse du débit mensuel a été observée en février. En outre, le nombre total d'incendies de forêt par an au sein du District forestier régional d'Adana a également montré une augmentation ces dernières années (Cf. Fig. 5).

La hausse des températures et des précipitations a conduit à une plus forte demande en eau supplémentaire pour l'irrigation. L'augmentation des feux de forêt a forcé le Service des forêts à prendre des mesures supplémentaires pour lutter contre les incendies, comme la location d'hélicoptères pour

lutter efficacement contre le feu. En conséquence, la superficie de forêt brûlée chaque année à Adana a diminué récemment (communication personnelle). Des infestations intensives d'insectes ont été observées au cours de la période 1995 - 2005. Récemment, ces foyers ont diminué (communication personnelle).

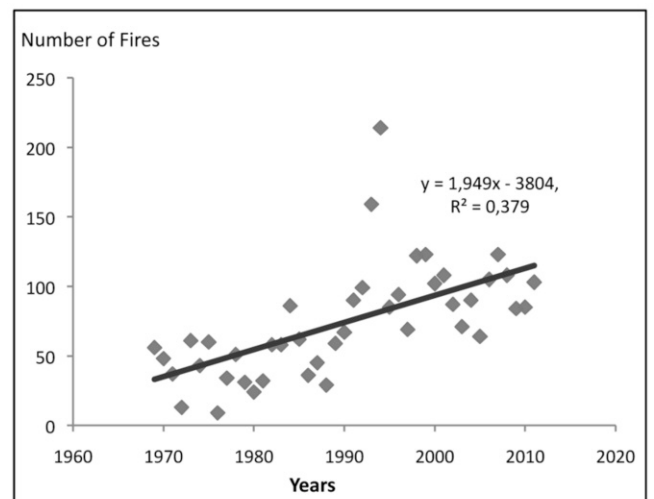
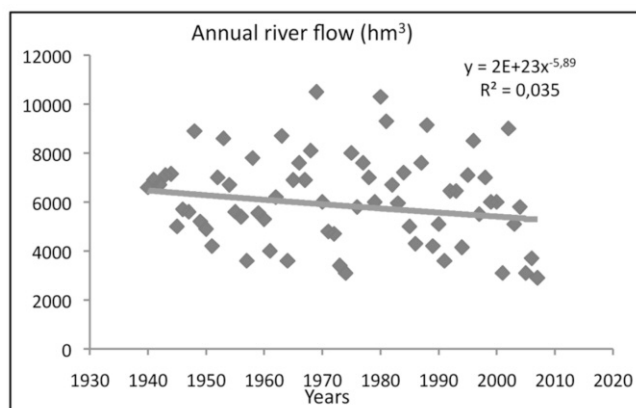
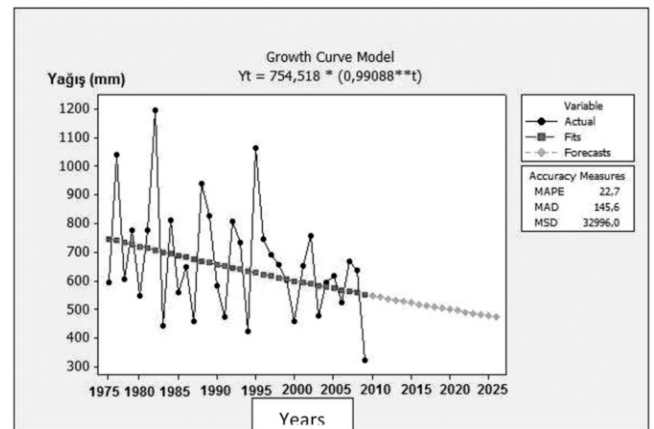
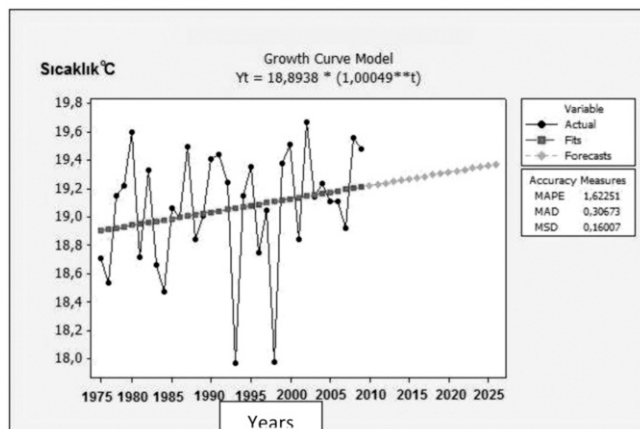
De droite à gauche et de haut en bas :

Fig. 2 : Températures annuelles moyennes à Adana de 1975 à 2011 (Bahadır, 2011)

Fig. 3 : Précipitations annuelles totales à Adana de 1975 à 2011 (Bahadır 2011).

Fig. 4 : Écoulements annuels totaux dans le fleuve Seyhan de 1940 à 2009 (données tirées de SHW(DSI)).

Fig. 5 : Nombre total de feu dans le District forestier régional d'Adana par an (données tirées de la Direction régionale des forêts d'Adana, Communication personnelle).



1 - Ces projections furent développées par l'Institut de Recherche pour les Sciences humaines et la Nature (RIHN, Japon), le Conseil de Recherche Scientifique et Technologique de Turquie (TUBITAK) et l'Université de Cukurova.

Projections et impacts attendus du changement climatique sur le bassin versant

Selon les projections climatiques pour le bassin versant de Seyhan pour l'année 2070¹, il faut s'attendre à ce que : la température de l'air augmente de 2 à 3,5°C, les précipitations diminuent de 25 à 35%, les plaques de neige en montagne fondent plus tôt, l'eau d'irrigation diminue, les modèles de production agricole changent, les régions agricoles sèches et irriguées soient touchées, la demande en eaux souterraines augmente et donc à l'apparition d'un risque de pollution, et, enfin, il est également prévu que, dans les régions côtières, de l'eau salée de la mer se mélange à l'intérieur des terres dans les nappes phréatiques jusqu'à 10 km à l'intérieur des terres (Réf. : <http://www.iklim.mdgf-tr.org>).

En outre, selon les études préliminaires effectuées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques (GIEC), le bassin du fleuve Seyhan a été identifié comme la région la plus sensible et vulnérable au changement climatique au sein de la région méditerranéenne (Réf. : <http://www.iklim.mdgf-tr.org>).

Si l'on examine les impacts du changement climatique pour chaque secteur, l'agriculture, la foresterie, l'environnement et l'eau, sont les secteurs qui seront le plus touchés par le changement climatique.

Pour le secteur forestier, des effets comme une hausse des infestations d'insectes et des dégâts dus aux ravageurs, une diminution de la croissance de la biomasse, un déplacement altitudinal des étages de végétation, et une augmentation des feux de forêt sont attendus (Cf. Tab. II). Selon une étude de modélisation effectuée par DKM (ZEYDANLI et ULGEN, 2009), des changements importants dans la distribution du cèdre du Taurus (*Cedrus libani*), du pin brutia (*Pinus brutia*), du pin noir (*Pinus nigra*) et du sapin du Taurus (*Abies cilicica*) sont attendus dans le bassin versant de Seyhan.

Les résultats de l'étude ont montré que 93,1% de la superficie forestière du cèdre du Taurus, 56,2% de la superficie forestière de pins brutia, 68,5% de la superficie forestière de pins noirs et 85,7% de la superficie forestière de sapin du Taurus ne seront plus adaptés à la croissance de ces espèces en

2050. Mais il faut garder à l'esprit que l'étude était basée uniquement sur des données de distribution de chaque espèce dans le bassin versant de Seyhan, afin de modéliser et prédire leurs futures distributions. Par exemple la distribution de pin brutia commence à partir de l'Egypte et s'étend vers le nord jusqu'aux côtes de la Mer Noire. Par conséquent, les résultats de l'étude doivent être interprétés avec prudence.

Pour le secteur agricole, des effets tels qu'une diminution de la production agricole et de la qualité des sols, de graves sécheresses, la pénurie d'eau, des changements dans les cultures, une hausse des infestations d'insectes et des dégâts des ravageurs, un changement d'occupation des sols et l'épuisement du niveau d'eau du sol sont prévus (Cf. Tab. II).

Le secteur de l'eau sera le plus affecté dans le bassin versant de Seyhan. L'agriculture, l'énergie et le secteur public sont fortement tributaires de l'eau dans le bassin versant. La diminution des précipitations et l'augmentation de l'évapotranspiration prévues rendront l'eau moins disponible à l'avenir. En outre, il faudra s'attendre à une hausse des prix de l'eau potable et d'irrigation. Cela va créer une pression économique supplémentaire pour les personnes dans le bassin versant. Les impacts attendus du changement climatique sur le secteur sont listés dans le Tab. II.

Une des principales conséquences possibles pour le secteur de l'environnement est la diminution de la biodiversité dans le bassin versant. Une diminution des précipitations, une augmentation de la température, des changements d'occupation des sols, des modifications dans les étages de végétation et la surexploitation des ressources naturelles, peuvent entraîner une diminution significative de la biodiversité dans le bassin versant.

Un résumé des impacts du changement climatique, de leurs sensibilités et les capacités d'adaptation connexes sont fournis dans le tableau II. Les sensibilités et les capacités d'adaptation sont recueillies à partir des études existantes et des examens sur le terrain dans le bassin versant. Les capacités d'adaptation actuelles de chaque secteur ne suffisent pas à compenser les effets négatifs du changement climatique. Mais, nous devons nous appuyer sur eux et les renforcer afin d'éliminer les défis posés par le changement climatique.

Tab. II : Quelques impacts importants du changement climatique (CC) et la vulnérabilité des différents secteurs du bassin versant.

Impacts (biophysique et socio-économique) Sensibilité		Capacité d'adaptation
Signes du CC : Diminution des précipitations annuelles et augmentation de la température moyenne et de la concentration en CO ₂		
Secteur : Agriculture		
- Diminution des rendements	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de formation suffisante au CC ➢ (dépendance à un type de culture dans certaines zones) ➢ Manque de gestion intégrée du bassin versant ➢ Faibles revenus des agriculteurs ➢ Diminution de la surface possédée par agriculteur 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'Universités et de Stations de recherche pour effectuer des travaux de recherche sur les impacts du CC - Existence de Syndicats d'irrigation - Présence de bureaux de services de vulgarisation agricole dans les zones locales - Personnel technique expérimenté
- Hausse des invasions d'insectes et des dégâts aux cultures	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de travaux de vulgarisation suffisants ➢ Manque d'information et de prise de conscience suffisantes concernant les dégâts de ravageurs ➢ Manque de diversité dans certaines zones 	
- Rareté de l'eau et diminution de l'humidité du sol	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de système d'irrigation goutte-à-goutte ➢ Manque de plan d'action sécheresse ➢ Manque d'information scientifique sur la résistance à la sécheresse de chaque culture ➢ Manque d'eau suffisante pour l'irrigation ➢ Faible ratio de matière organique dans les sols de l'amont du bassin versant (faible capacité de rétention d'eau) 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'Universités et de Stations de recherche pour effectuer des travaux de recherche sur les impacts du CC - Existence de Syndicats d'irrigation - Présence de bureaux de services de vulgarisation agricole dans les zones locales
- Hausse des prix de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque d'eau suffisante pour l'irrigation ➢ Augmentation de la demande en eau pour l'irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence de départements de DSI bien organisés et expérimentés
- Changement d'occupation des sols	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de bon système de gestion pour les changements d'occupation des sols 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité des informations, des équipements techniques et du personnel pour le suivi du changement d'occupation des sols
- Changements dans les cultures principales	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de diversité des cultures dans certaines zones 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'Universités et de Stations de recherche pour effectuer des travaux de recherche - Présence de bureaux de services de vulgarisation agricole dans les zones locales
- Épuisement des nappes phréatiques	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de plan d'action sécheresse ➢ Manque d'eau suffisante pour l'irrigation dans certaines zones ➢ Manque de système d'irrigation goutte-à-goutte dans certaines zones ➢ Manque de diversité des cultures dans certaines zones (dépendance à une culture dans certaines zones) ➢ Manque de ressources en eau alternatives dans certaines zones ➢ Coopération inter secteur plus faible ➢ Manque de gestion intégrée du bassin versant 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'Universités et de Stations de recherche pour effectuer des travaux de recherche sur la sécheresse - Existence d'une Direction régionale des travaux hydrauliques nationaux bien organisée pour faire face aux problèmes - Existence de ressources en eau alternatives
Secteur : Eau		
- Demande accrue en eau	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de formation sur les techniques d'économie d'eau ➢ Manque de système d'irrigation goutte-à-goutte ➢ Manque d'eau suffisante ➢ Pauvreté des agriculteurs à payer pour l'eau ➢ Manque de formation suffisante concernant les impacts du CC sur les ressources en eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'Universités pour effectuer des travaux de recherche sur les impacts du CC - Existence d'une Direction régionale des travaux hydrauliques nationaux bien organisée pour faire face aux problèmes - Augmentation de la surface forestière dans la région
- Augmentation de la pollution de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Manque de traitement des eaux usées suffisant ➢ Pollution de l'eau du sol et de surface due à la fertilisation et aux pesticides ➢ Hautes concentrations en sédiments dans les cours d'eau ➢ Taux élevés d'érosion dans certaines zones 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'une Direction régionale des travaux hydrauliques nationaux bien organisée pour faire face aux problèmes - Existence d'Universités pour effectuer des travaux de recherche sur les impacts du CC - Expérience du service des Travaux hydrauliques dans les travaux de contrôle de l'érosion control et de stabilisation des berges - Augmentation des études sur le contrôle de l'érosion
- Baisse de la disponibilité en eau pour l'hydroélectricité	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Disponibilité limitée en sources d'énergie alternative ➢ Prix de l'énergie élevés 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation des investissements dans les sources alternatives
Secteur : Environnement		
- Baisse de la biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Existence de zones refuges dans le bassin versant sans protection légale 	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'ONG préoccupées par l'environnement - Existence d'Universités pour effectuer des travaux de recherche sur le CC

Impacts (biophysique et socio-économique) Sensibilité		Capacité d'adaptation
Signes du CC : Diminution des précipitations annuelles et augmentation de la température moyenne et de la concentration en CO2		
Secteur : Environnement (suite)		
- Baisse de la biodiversité	➤ Manque d'informations scientifiques sur les réactions aux impacts du CC des espèces animales endémiques et menacées	- Existence d'ONG préoccupées par l'environnement - Existence d'Universités pour effectuer des travaux de recherche sur le CC
- Augmentation de la pollution environnementale	➤ Pollution des ressources en eau du sol et de surface due à la fertilisation et aux pesticides	
Secteur : Forêt		
- Diminution de la croissance annuelle de biomasse	➤ Manque de plan d'action sécheresse ➤ Manque d'informations scientifiques sur à quel point chaque espèce est résistante à la sécheresse ➤ Manque d'eau suffisante pour l'irrigation ➤ Manque de système d'irrigation goutte-à-goutte ➤ Manque de diversité des cultures dans certaines zones (dépendance à une culture dans certaines zones) ➤ Manque de vieilles forêts ➤ Pas de protection des systèmes de refuge climatique ➤ Coopération inter secteur plus faible ➤ Manque de gestion intégrée du bassin versant	- Existence d'Universités et de Stations de recherche pour effectuer des travaux de recherche sur le CC - Expérience du personnel de GDF dans le contrôle de l'érosion et les études d'afforestation - Existence d'une Direction régionale de foresterie bien organisée pour faire face aux problèmes
- Déplacements des étages de végétation	➤ Manque d'un bon système de gestion du changement d'occupation des sols ➤ Manque d'informations scientifiques sur les réactions des espèces au CC ➤ Écart dans les règlements contrôlant le changement d'occupation des sols des forêts en prairies et des prairies en forêts.	- Existence d'Universités et de Stations de recherche pour effectuer des travaux de recherche sur le CC - Existence d'une Direction régionale de foresterie bien organisée pour faire face aux problème
- Augmentation des feux de forêts	➤ Manque de diversité forestière (structure et espèces) ➤ Manque d'entretien suffisant ➤ Manque de formation à la lutte contre le feu	- Existence d'une bonne capacité de lutte contre le feu dans le Service Forestier (Existence d'hélicoptères etc.) - Existence de coupe feu en forêts - Existence de chercheurs reconnus travaillant sur les feux de forêts dans les universités
- Plus d'infestations d'insectes et des dégâts dus aux ravageurs	➤ Manque d'information et de prise de conscience suffisante concernant les dégâts des ravageurs ➤ Manque de diversité dans certaines zones ➤ Manque d'entretien suffisant	- Personnel technique expérimenté
Secteurs sociaux et économiques		
- Revenus diminués	➤ Faible niveau de revenu ➤ Faible niveau d'éducation en particulier dans les zones rurales ➤ Diversité de revenus limitée ➤ Prix de l'énergie élevés	- Bonne performance de l'économie globale
- Migration vers les grandes villes	➤ Absence de planification du développement urbain ➤ Infrastructures limitées dans les grandes villes	- Bonne performance de l'économie globale
Signes du CC : Aggravation des anomalies météorologiques		
Secteur : Environnement		
-Hausse des inondations et des glissements de terrain	➤ Construction intense dans les plaines alluviales et les zones de rivière ➤ Manque de système d'alerte dès le début des inondations ➤ Destruction des ripisylves ➤ Canalisation des cours d'eau (destruction des méandres) (augmente les capacités de transport et la vitesse de l'eau, créant plus de dégâts)	- Existence d'une Direction régionale des Travaux Hydrauliques nationaux à Adana pour faire face aux problèmes
Agriculture		
- Rendement des cultures diminué suite aux dégâts des gels et des canicules	➤ Sources alternatives de revenus des agriculteurs limitées	- Existence de services d'amélioration pour les agriculteurs
Foresterie		
- Augmentation de la mortalité des arbres due aux vagues de chaleur	➤ Plus grand stress des arbres dû à de faibles interventions dans les peuplements	- Existence d'un personnel technique expérimenté

Conséquences socio-économiques des impacts du changement climatique sur les biens et services forestiers (BSF)

Les forêts fournissent de nombreux services à d'autres secteurs que l'on appelle les services écosystémiques. Ces services sont entre autres : le contrôle de l'érosion, la production d'oxygène, la séquestration du carbone, la protection de la biodiversité, la stabilisation de l'écoulement de l'eau, la protection des sols, la nourriture pour le bétail, et des revenus supplémentaires pour les villageois par le biais de l'écotourisme, des produits non ligneux de la forêt et du miel. Les produits non-ligneux de la forêt fournissant une source importante de revenus pour le service forestier et les villageois

sont les pignons de pin parasol, le laurier (feuilles), la production de résine et de romarin. Des explications détaillées sur chacun de ces produits sont données dans la section 1.5.

La continuité des services fournis par les écosystèmes forestiers dépend de leur réaction face aux stress biotiques et abiotiques. Le changement climatique est l'un des principaux facteurs de stress pour les écosystèmes forestiers dans le bassin versant de Seyhan. Les conséquences socio-économiques possibles des impacts du changement climatique sur les BSF sont résumées dans le tableau III. Le changement climatique aura une incidence négative sur les biens et services forestiers et il réduira l'ampleur des avantages qu'ils offrent aux autres secteurs.

Le changement climatique va réduire de façon significative la production de bois, la séquestration du carbone, la qualité de l'eau,

Tab. III :

Impacts du changement climatique et de ses conséquences socio-économiques sur les biens et services forestiers

Vulnérabilité	Options d'adaptation	Impacts socio-économiques du CC sur les biens et services forestiers
Impacts du CC : augmentation des feux de forêt		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque de diversité forestière (structure et espèces) ➤ Manque d'entretien suffisant ➤ Manque de formation à la lutte contre le feu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peuplements variés (âge et espèces) ➤ Protection du mix de diversité ➤ Essayer de soutenir la diversité ➤ Mise à jour des Plans de gestion forestière (site pilote UNDP: Poz, option de coop.) ➤ Prévention: conscience des écoliers pour la prévention des feux de forêt ➤ Examen des feux contrôlés ➤ Entretien des peuplements pour diminuer la masse combustible ➤ Introduire d'autres espèces résilientes aux feux de forêt ➤ Formation du public à la lutte contre le feu 	<ul style="list-style-type: none"> - Revenus diminués - Migration vers les grandes villes - Perte de propriété - Perte de cultures - Perte de sol due à une plus grande érosion - Perte des moyens d'existence - Production de bois d'œuvre diminuée - Loisirs et écotourisme en baisse - Diminution de la séquestration de carbone - Plus d'inondations
Diminution des précipitations annuelles et augmentation de la température moyenne et de la concentration en CO₂		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque de plan d'action sécheresse ➤ Manque d'information scientifique sur la résistance à la sécheresse de chaque espèce ➤ Manque d'eau suffisante pour l'irrigation ➤ Manque de système d'irrigation goutte-à-goutte ➤ Manque de diversité des cultures dans certaines zones (dépendance à une culture dans certaines zones) ➤ Manque de vieilles forêts ➤ Pas de protection des systèmes de refuge climatique ➤ Coopération inter secteur plus faible ➤ Manque de gestion intégrée du bassin versant 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remplacer/mélanger les espèces avec des espèces tolérantes à la sécheresse sur les sites sensibles ➤ Plus d'éclaircies pour réduire la demande en humidité dans les peuplements ouverts ➤ Augmenter la prise de conscience et la vigilance du public. ➤ Plus de recherche pour trouver des espèces à écotypes résistants à la sécheresse ➤ Mettre en place des plans d'action sécheresse ➤ Diffuser les systèmes d'irrigation goutte-à-goutte ➤ Promouvoir les cultures alternatives ➤ Protéger les forêts anciennes ➤ Protéger les systèmes de refuge climatique ➤ Se tourner vers des cultures moins gourmandes en eau ➤ Améliorer la coopération inter secteur ➤ Établir des plans de gestion intégrée du bassin versant 	<ul style="list-style-type: none"> - Revenus diminués - Migration vers les grandes villes - Changements de types de culture - Plus d'investissement sur les systèmes d'irrigation - Diminution des troupeaux - Perte de biodiversité - Production de bois d'œuvre diminuée - Diminution de la séquestration de carbone - Hausse de l'érosion et des inondations - Baisse de la qualité de l'eau
Plus d'infestations d'insectes et des dégâts dus aux ravageurs		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque d'information et de prise de conscience suffisante concernant les dégâts des ravageurs ➤ Manque de diversité dans certaines zones ➤ Manque d'entretien suffisant 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contrôle des ravageurs et des maladies amélioré et intervention si appropriée ➤ Augmenter la diversité des espèces ➤ Améliorer l'entretien ➤ Mise en place d'un système d'alerte rapide 	<ul style="list-style-type: none"> - Revenus diminués - Perte de cultures - Production de bois d'œuvre et séquestration de carbone diminuées - Loisirs et écotourisme en baisse - Hausse de l'érosion

Impacts du CC : Épuisement des nappes phréatiques		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque de plan d'action sécheresse ➤ Manque d'eau suffisante pour l'irrigation dans certaines zones ➤ Manque de système d'irrigation goutte-à-goutte dans certaines zones ➤ Manque de diversité des cultures dans certaines zones (dépendance à une culture dans certaines zones) ➤ Manque de ressources en eau alternatives dans certaines zones ➤ Coopération inter secteur plus faible ➤ Manque de gestion intégrée du bassin versant 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Système de gestion de l'eau effectif ➤ Protection des zones humides existantes ➤ Protéger les forêts ➤ Se tourner vers des cultures moins gourmandes en eau ➤ Mise en place et des ripisylves ➤ Soutenir l'utilisation des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte ➤ Améliorer la coopération inter secteur ➤ Établir des plans de gestion intégrée du bassin versant 	<ul style="list-style-type: none"> - Revenus diminués - Changements de types de culture - Perte de cultures - Perte de biodiversité - Loisirs et écotourisme en baisse - Production de bois d'œuvre et séquestration de carbone diminuées
Impacts du CC : Hausse du niveau de la mer		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque de prise de conscience sur les effets de la hausse du niveau de la mer ➤ Absence de prise en compte du CC dans la réglementation contrôlant la construction dans les zones de rivières et sur les côtes ➤ Manque d'information scientifique suffisante concernant la tolérance au sel des espèces existantes 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmenter la prise de conscience du public ➤ Système de gestion des côtes et rivières effectif ➤ Plus de recherche sur la tolérance au sel des espèces ➤ Protection des zones humides et des forêts d'eucalyptus ➤ Mise en place de digues pour protéger les territoires et les zones habitées ➤ Mise en place des systèmes de contrôle des dunes de sable 	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de propriété - Migration vers les terres hautes - Production diminuée - Perte de biodiversité - Diminution de la surface forestière - Production de bois d'œuvre et séquestration de carbone diminuées
Impacts du CC : Déplacements des étages de végétation		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque d'un bon système de suivi pour les changements d'occupation des sols ➤ Manque d'information scientifique sur les réactions des espèces au CC 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mettre en place plus de peuplements à graine en basse altitude ➤ Suivre attentivement les changements d'occupation des sols ➤ Sélectionner le matériel de reboisement provenant au maximum de 300m d'altitude en dessous du site 	<ul style="list-style-type: none"> - Changement d'occupation des sols - Troupeaux réduits suite à la conversion de certaines prairies alpines en forêts
Impacts du CC : Augmentation des inondations et des glissements de terrain		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Constructions intenses dans les plaines alluviales et les zones de rivière ➤ Manque d'un système rapide d'alerte aux inondations 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Protéger les ripisylves contre les habitations ➤ Mettre en place des ripisylves dans les zones où les forêts existantes ont été détruites ➤ Classification de l'occupation des sols 	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de propriété - Perte des moyens d'existence - Dégâts aux ripisylves

la stabilisation des sols, le contrôle de l'érosion, les loisirs, l'écotourisme, les produits non ligneux de la forêt et les fonctions de biodiversité des forêts du bassin versant de Seyhan. Pour remédier à ces effets négatifs du changement climatique, des mesures d'adaptation (répertoriées dans le tableau III) doivent être soigneusement mises en œuvre.

Conclusions

Le changement climatique est une menace importante pour le bassin versant de Seyhan comme il l'est pour les autres zones de la région méditerranéenne. Les précipitations, les températures annuelles moyennes, les températures mensuelles maximales, le débit du fleuve et les données sur les incendies de forêt du bassin montrent des signes d'un changement climatique dans la région.

Pour relever les défis du changement climatique, la vulnérabilité des secteurs doit être réduite et leurs capacités d'adaptation renforcées. En outre, les programmes de recherche liée à l'adaptation des grands éco-

systèmes, des espèces d'arbres de la forêt et des cultures agricoles aux changements climatiques doivent être entrepris le plus tôt possible par les universités et les instituts de recherche dans la région. Des changements doivent également avoir lieu au niveau politique pour renforcer la coopération entre les secteurs. En plus de ces mesures, la formation des ONG, du personnel et des gestionnaires est nécessaire afin d'avoir une bonne progression de l'adaptation dans le bassin versant.

Les écosystèmes forestiers fournissent des biens et services importants qui bénéficient aux autres secteurs. Ces biens et services contribuent également à renforcer la capacité d'autres secteurs à surmonter les effets négatifs du changement climatique et à améliorer leur capacité d'adaptation pour faire face aux changements climatiques. En outre, ils génèrent des revenus supplémentaires pour les villageois. Les écosystèmes forestiers du bassin versant de Seyhan ont également des fonctions similaires.

A.T.

Aydin TUFEKCIOGLU
Université Artvin
Coruh, Artvin, Turquie
Email : atufekci27@hotmail.com