

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE,
ET DE L'ENVIRONNEMENT



PROJET MATE-PNUD-FEM

**« PLANIFICATION NATIONALE SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE ET MISE
EN OEUVRE EN ALGERIE DU PLAN STRATÉGIQUE DE LA CONVENTION SUR
LA DIVERSITE BIOLOGIQUE 2011-2020 ET DES OBJECTIFS D'AICHI »**

Etude diagnostique sur la Biodiversité & les changements climatiques en Algérie



Rapport final

Février 2015

ACRONYMES

AMP	Aires Marines Protégées
ANCC	Agence Nationale sur le Changements Climatique
AND	Agence Nationale des Déchets
ANDRU	Agence National pour le Développement Recherche Université
ANN	Agence nationale pour la conservation de la nature
ANST	Agence Nationale des Sciences de la Terre
APRUE	l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Energie
CC	Changement Climatique
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unis sur les Changements Climatiques
CDARS	Commissariat au développement de l'agriculture des régions sahariennes
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CHM	Centre d'Echange d'Information de l'Algérie
CIME	Conseil Intersectoriel de la Maîtrise de l'Energie
CLD	Convention pour la Lutte Contre la Désertification
CMS	Conservation of Migratory Species
CNADD	Conseil National d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire
CNDRB	Centre national de développement des ressources biologiques
CNFE	conservatoire national des formations à l'environnement
CNL	Commissariat National du Littoral
CNRDPA	Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture
CNTPP	Centre National des Technologies de la Production Propre
CRSTRA	Centre de recherche scientifique et technique des régions arides
DGF	Direction générale des forêts
EEE	Espèces Exotiques Envahissantes
ENSSMAL	École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral
FAO	Food and agriculture organisation
FDRMVTC	Fonds de développement rural et de mise en valeur des terres par la concession
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
FFEM	Fonds français pour l'environnement mondial
FEDEP	Fonds pour l'environnement et la dépollution
FIDA	Fonds international pour le développement agricole
FLDDPS	Fonds pour la lutte contre la désertification et pour le développement du pastoralisme et de la steppe
FNAT-DD	Fonds national de l'aménagement du territoire et du développement
FNDPA	Fonds national de développement de la pêche et de l'aquaculture
FNPLZC	Fonds national pour la protection du littoral et des zones côtières
FNRDA	Fonds national de régulation et de développement agricole
FSDEHP	Fonds spécial pour le développement économique des hauts plateaux
FSDRS	Fonds spécial de développement des régions du Sud
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIZ	Deutsche gesellschaft für internationale zusammenarbeit
HCDS	Haut-commissariat au développement de la steppe
INPV	Institut national de protection des végétaux
INVA	Institut National de Vulgarisation Agricole
INRAA	Institut national de la recherche agronomique d'Algérie
INRF	Institut national de la recherche forestière
ITAFV	Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne
IUCN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
ENSMAL	Ecole nationale des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.
LRSE	Laboratoire réseau de surveillance environnementale
MADR	Ministère de l'agriculture et du développement rural
MATE	Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement
MATET	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme
MC	Ministère de la culture
MCG	Modèles de circulation générale
MDP	Mécanisme de Développement Propre
MEM	Ministère de l'Energie et des Mines

MESRS	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
MPRH	Ministère de la pêche et des ressources halieutiques
MRE	Ministère des ressources en eau
MT	Ministère des Transports
ONEDD	Observatoire national de l'environnement et du développement durable
ONG	Organisations non gouvernementales
ONM	Office National de la Météorologie
ONU	Organisation des nations unies
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
PAPSE	Programme d'appui à la politique sectorielle de l'environnement
PNC	Plan National Climat
PNUD	Programme des nations unies pour le développement
PNUE	Programme des nations unies pour l'environnement
RAMSAR	Convention sur les zones humides
SIG	Système d'information géographique
UMA	Union du Maghreb Arabe
ZEST	Zones d'Expansion et Sites Touristiques
ZIP	Zones importantes pour les plantes
WWF	World Wild Fund

AVANT PROPOS

Le 5^{ème} Rapport d'évaluation du GIEC mentionne des risques concernant « une large partie » des espèces terrestres et marines qui « ne seront pas capables de se déplacer suffisamment rapidement pour trouver des climats plus adaptés ». Des écosystèmes marins vitaux, tels ceux des pôles et les barrières de corail, seraient particulièrement exposés à l'acidification des océans. De même, une hausse de la mortalité des arbres pourrait également survenir dans de nombreuses régions du monde.

Sachant par ailleurs que la déforestation serait à l'origine de 20% du CO₂ émis par l'Homme, la conservation des habitats peut réduire cette quantité de CO₂ rejetée dans l'atmosphère. De même, la conservation de certaines espèces telles que les mangroves et les cultures résistantes à la sécheresse, pourrait également réduire les impacts désastreux des effets des changements climatiques (CCs). En fait, la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité peuvent renforcer la résilience des écosystèmes et améliorer leurs capacités à fournir des services pour faire face aux CCs.

En se référant à la Convention sur la Diversité Biologique (CDB), les liens entre la biodiversité et les CCs vont dans les deux sens :

- la biodiversité est menacée par les CCs d'origine humaine
- en même temps, les ressources de la biodiversité peuvent réduire les impacts des CCs sur les populations et la production.

En fait, les CCs ont déjà contraint la diversité biologique à s'adapter à travers un changement d'habitat, une évolution des cycles de la vie, ou le développement de nouveaux traits physiques. On avait estimé qu'en 2006, une espèce de mammifères sur quatre, une espèce d'oiseaux sur huit, et un tiers des amphibiens, étaient menacés de disparition. La situation semble s'être encore dégradée. Ainsi, en 2012, au moins 41 % des amphibiens, 33% des récifs coralliens, 30 % des conifères, 25 % des mammifères, et 13 % des oiseaux, étaient menacés de disparition. Les prévisions du 5^{ème} Rapport d'évaluation du GIEC estiment qu'environ 1 million d'espèces pourraient disparaître en raison des CCs, notamment les Boyd's forest dragon (*Hypsilurus boydii*) et l'arbre *Virola sebifera* du Brésil. Les récentes extinctions du Golden Toad (crapaud doré) et du Gastric Brooding Frog (Grenouille à incubation gastrique) ont déjà été étiquetés comme les premières victimes des changements climatiques.

En se référant à l'Evaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EM), les CCs est le second facteur de changement déterminant dans l'évolution de la biodiversité biologique durant le dernier siècle, et ce après le changement d'habitat. En revanche, ce qui caractérise les changements climatiques c'est leur tendance actuelle à générer des impacts à croissance très rapide dans le présent et dans le proche futur. Ceci justifie et confirme l'intérêt accordé aux impacts des changements climatiques qui est probablement la menace la plus importante pour la diversité biologique.

Par ailleurs, notre mode de gestion peu durable des écosystèmes de la planète a déjà engendré une baisse substantielle des bénéfices à long terme que nous procurent les écosystèmes. Trois résultats majeurs sont susceptibles de traduire ce dysfonctionnement:

- Au cours des 50 dernières années, l'Homme a généré des modifications au niveau des écosystèmes de manière plus rapide et plus extensive que sur aucune autre période comparable de l'histoire de l'humanité, en grande partie pour satisfaire une demande à croissance rapide en matière de nourriture, d'eau douce, de bois de construction, de fibre, et d'énergie. Ceci a eu pour conséquence une perte substantielle de la diversité biologique sur la Terre, dont une forte proportion de manière irréversible.
- Les changements ainsi occasionnés aux écosystèmes ont contribué à des gains nets substantiels sur le niveau du bien-être de l'Homme et le développement économique. Cependant, ces gains ont été acquis au prix d'une dégradation de nombreux services d'origine écosystémique ainsi que de l'accentuation de la pauvreté notamment pour les populations les plus démunies les rendant davantage moins résilient aux aléas du climat. La dégradation des services d'origine écosystémique pourrait même s'accroître de manière significative au cours de la première moitié de ce siècle. Ceci constitue une contrainte forte pour l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement.

Cette baisse substantielle des bénéfices à long terme que nous procurent les écosystèmes serait probablement de nature à compromettre de manière significative les avantages que les générations futures pourraient tirer des écosystèmes. Le défi d'inverser la tendance de la dégradation des écosystèmes tout en faisant face à une demande croissante pourrait être partiellement relevé. Pour cela, l'EM a considéré quelques scénarios nécessitant des changements significatifs aux niveaux politique, institutionnel, et des pratiques en cours. En effet, il existe de nombreuses options de conservation et d'accroissement des services spécifiques d'origine écosystémique, qui minimisent les effets négatifs ou qui engendrent des synergies positives avec d'autres services que procurent les écosystèmes.

RESUME

L'Algérie présente une vulnérabilité écologique se traduisant par une fragilité de ses écosystèmes à la sécheresse et à la désertification, une érosion côtière effrénée ainsi qu'un stress hydrique chronique dans certaines régions. Cette vulnérabilité représente un défi que l'Algérie a entrepris de relever, en adoptant une approche intersectorielle et en réorientant la planification des politiques publiques vers l'adaptation aux changements climatiques (CCs), la lutte contre la désertification et la préservation de la diversité biologique et des ressources hydriques (République Algérienne Démocratique et Populaire, 2011).

La présente étude rentre dans le cadre du projet PNUD/FEM "Planification nationale sur la diversité biologique et mise en œuvre en Algérie du Plan Stratégique de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) 2011-2020 et des Objectif d'Aichi", son objectif étant d'élaborer un diagnostic sur la Biodiversité & les CCs en Algérie.

Le 5^{ème} Rapport d'évaluation du GIEC (2014) mentionne des risques concernant «une large partie» des espèces terrestres et marines qui «ne seront pas capables de se déplacer suffisamment rapidement pour trouver des climats plus adaptés». Ce même rapport note que les CCs ont déjà contraint la diversité biologique à s'adapter à travers un changement d'habitat, une évolution des cycles de la vie, ou le développement de nouveaux traits physiques

En se référant à la CBD, les liens entre la biodiversité et les CCs vont dans les deux sens :

- la biodiversité est menacée par les CCs ;
- en même temps, les ressources de la biodiversité sont susceptibles d'atténuer les, voire même de lutter contre les CCs.

En se référant à l'Evaluation des écosystèmes pour le Millénaire, les CCs est le second facteur de changement déterminant dans l'évolution de la biodiversité biologique durant le dernier siècle, et ce après le changement d'habitat. En revanche, ce qui caractérise les CCs c'est leur tendance actuelle à générer des impacts à croissance très rapide dans le présent et dans le proche futur. Ceci justifie et confirme l'intérêt de s'intéresser aux CCs en tant que la menace la plus importante pour la diversité biologique.

Sur la base des résultats du 5^{ème} rapport d'évaluation du GIEC ainsi que des meilleures informations disponibles au niveau national, il a été procédé à l'élaboration d'un scénario de CCs attendus sur l'Algérie à l'horizon 2030. Ce scénario confirme les tendances climatiques déjà observées durant les dernières décennies à savoir: i) une augmentation de la température, ii) une légère diminution des précipitations et iii) un climat plus variable avec des séquences secs et pluvieuses plus fréquentes. Les changements attendus seront modérées au niveau des régions côtières, ils iront en s'accroissant vers les régions continentales. Ils seront contrastés entre les saisons et seront plus marqués en Été. Ceci se traduirait notamment par un relatif glissement des étages bioclimatiques vers l'aridité. Ainsi à l'échéance 2030, le scénario de CCs attendus sur l'Algérie serait relativement supportable néanmoins le plus préoccupant c'est que cette tendance à l'aridification irait en s'accroissant dans le temps.

Le lien entre les CCs & la biodiversité est à la fois nouveau et complexe. Une recherche bibliographique a permis d'adopter un Cadre conceptuel¹ pour représenter cette liaison. Ce cadre conceptuel permet de faire un lien fonctionnel entre la biodiversité et les CCs à travers le positionnement de la vulnérabilité ainsi que des impacts dus aux CCs dans un cadre général interactif de la biodiversité. De même, il intègre également l'atténuation des émissions de GES et l'adaptation aux CCs dans un contexte de gestion durable des ressources biologiques.

En se référant aux recommandations de la CBD, nous avons envisagé une approche écosystémique pour l'étude de la biodiversité et des CCs en Algérie. Cet exercice à la fois nouveau et exploratoire a été mené de manière participative avec l'ensemble des compétences exerçantes dans les Institutions Nationales algériennes, les universitaires et les personnes ressources dans ce domaine. Ainsi, un atelier de restitution des résultats préliminaires de l'étude, tenu le 23 décembre 2014 à Alger, a permis de discuter et de valider la conceptualisation de la relation entre la biodiversité et les CCs à travers trois matrices croisées avec des critères permettant d'évaluer :

- la vulnérabilité d'un écosystème
- la vulnérabilité d'une espèce
- les impacts attendus sur une espèce donnée.

De même, le Choix des espèces représentatives de chaque écosystème a été validé par l'ensemble des participants

Au niveau des écosystèmes, l'analyse a permis de mettre en exergue les résultats suivants :

- **Les écosystèmes marins et littoraux** : la principale vulnérabilité pour cet écosystème paraît être l'élévation du niveau de la mer qui va accentuer le retrait du trait de côte et par suite affecter le fonctionnement de l'écosystème et de ses services. Au niveau écologique, les milieux insulaires caractérisés souvent par une faune et une flore endémique seraient sensibles aux changements attendus du climat.
- **Les écosystèmes steppiques** : La principale vulnérabilité concernent une variabilité plus marquée des précipitations ainsi qu'une occurrence plus accrue d'épisodes secs et pluvieux. Ils sont susceptibles d'avoir des impacts non négligeables en termes de dynamique de distribution des formations végétales. En termes de service, l'élevage serait probablement affecté alors que la désertification accrue du milieu diminuera la résilience de l'écosystème.
- **Les écosystèmes humides** : La principale vulnérabilité pour cet écosystème concerne l'augmentation de la température qui est susceptible d'engendrer des

¹Source: Towards an Integrated Framework for Assessing the Vulnerability of Species to Climate Change, Stephen E Williams, Luke P Shoo, Joanne L Isaac, Ary A Hoffmann, Gary Langham, 2008.
<http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0060325#pbio-0060325-g001>

disfonctionnements dans certaines zones humides. Les zones humides littorales présentent quant à eux, une vulnérabilité supplémentaire liée à l'élévation du niveau de la mer, qui menace de perturber le cycle d'inondations saisonnières.

- **Ecosystèmes montagneux/forestiers** : Les principales vulnérabilités pour cet écosystème concernent la température ainsi que les sécheresses prolongées qui menacent les étages floristiques des massifs montagneux forestiers humides. Combiné à la déforestation, ils constituent les principales menaces pour les forêts algériennes notamment au niveau de la dégradation et/ou la fragmentation des habitats. De même, l'accentuation du déséquilibre de la charge pastorale conjugué à l'aggravation de l'érosion serait de nature à diminuer la résilience de l'écosystème.
- **Les écosystèmes agricoles** : Les principales menaces pour cet écosystème concernent la variabilité du climat, les faibles ressources en eau et les sécheresses récurrentes, qui menacent les cultures pluviales et l'arboriculture. L'élevage ovin et caprin, pratiqué presque exclusivement en zone steppique aride sur des parcours dégradés, connaîtrait les mêmes contraintes.
- **Les écosystèmes sahariens** : Les différentes composantes de l'écosystème présentent une forte résilience à l'aridité. Au niveau spatial, les principales vulnérabilités de l'espace saharien sont au niveau des oasis.

L'action anthropique semble jouer un rôle déterminant pour l'ensemble de la biodiversité algérienne. Les impacts des CCs viennent en complément pour se superposer à cette action anthropique et l'aggraver. Les CCs, en tant que principal facteur de changement de la biodiversité, menace en premier lieu l'habitat des espèces. Les évaluations ont permis d'explorer plusieurs cas de figures :

- des espèces peu vulnérables aux CCs mais dont la résilience aux aléas du climat a été diminuée par l'action anthropique (Tadorne, Flamant rose, Goéland d'Audoin,)
- des espèces endémiques, non pas à cause d'une vulnérabilité au climat mais plutôt à cause de l'action anthropique (Sittelle de Kabylie, Alfa et Outarde Houbara,)
- des espèces dont la vulnérabilité au climat explique leurs régressions (L'Aulne glutineux, Pattelle, Acacia tortilis,)
- des espèces pour lesquelles l'action anthropique conjuguée aux effets du climat ont contribué à leurs régressions (Le cyprès du Tassili, Corail rouge, Gazelle Dorcas, ..)

Actuellement l'Algérie est en phase d'élaboration d'une nouvelle Stratégie et des Plans d'Actions Nationaux (SPAN) relative à la biodiversité. L'élaboration de la présente étude rentre dans le cadre du SPAN, sa finalité étant de proposer des recommandations susceptibles d'enrichir et d'orienter cette stratégie nationale. La contrainte majeure qui a ralenti l'application de la 1^{ère} Stratégie et du Plan d'Action National (2000) pour la conservation et la protection de la diversité biologique en Algérie, fut l'insuffisance de synergie et de coordination des actions entre les différents Départements (MATE, MADR, MPRH, MC,

MRE, MICL en particulier) en charge de la mise en œuvre de cette stratégie (5^{ème} Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB, 2014). Cette insuffisance est expliquée en partie par le chevauchement des prérogatives et des missions des différents partenaires institutionnels aussi bien au niveau central que local. Ainsi il y a lieu d'harmoniser les missions des différentes institutions afin de donner de la complémentarité et de l'efficacité à leurs actions notamment en termes d'inventaire de la biodiversité. Par ailleurs, il est également fortement recommandé d'innover et de trouver les moyens pour mobiliser, intéresser et impliquer davantage l'ensemble des partenaires à travers un partenariat win-win. Au niveau de la synergie avec les autres stratégies nationales, la SPAN et en particulier ses plans d'actions, doivent également s'intégrer et compléter les autres Plans/programmes nationaux en cours (le plan du Commissariat National du Littoral, le plan du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, le Plan d'action du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, etc.). Il va sans dire qu'une synergie entre la SPAN et la stratégie nationale de l'Algérie en matière de climat ainsi que le Plan National sur le Climat (PNC) coule de source. Une telle synergie ne peut que renforcer rôle de la biodiversité dans l'atténuation des émissions de GES et l'adaptation aux effets néfastes des CCs. Mieux encore, l'instauration d'une synergie entre les trois Conventions de Rio permettra notamment de promouvoir des activités communes qui sont de nature à donner plus d'efficacité à l'action nationale dans ces domaines. Cela ne sous-entend en aucun cas la création d'une nouvelle structure mais plutôt la création d'une dynamique de rencontre régulières, d'échange et de partage de l'information.

Par ailleurs, une mise à niveau du cadre réglementaire s'avère nécessaire. En effet, l'analyse de ce cadre a montré qu'il est riche et relativement étoffé néanmoins, il n'en demeure pas moins qu'il existe encore quelques aspects importants qui n'ont pas encore été abordés et qu'il faudrait inclure dans la promulgation des nouvelles dispositions réglementaires. Ainsi il fortement recommandé de :

- définir **une option foncière définitive** quant au droit d'usage des ressources de la biodiversité par rapport à une gestion individuelle, communautaire, collective ou étatique,
- définir clairement **les rapports citoyens/administration**
- et enfin **intégrer des concepts innovateurs** (potentialités biologiques, équité intergénérationnelle, écodéveloppement, gestion participative etc...)

Il faudra également mettre l'accent sur les services écosystémiques qui sont transparents dans la législation actuelle.

Deux autres aspects sont aussi particulièrement importants, à savoir la correction de la duplicité de certains textes juridiques et la nécessité de se référer à une base scientifique pour la promulgation de tout texte. Ce dernier point est particulièrement important et mérite une attention particulière. Par ailleurs, l'application de certains textes de loi fait défaut dans la mesure où ils ne sont pas accompagnés des moyens nécessaires pour la mise en œuvre. Aussi,

Il est important de se donner les moyens techniques, humains et la volonté politique pour la mise en œuvre du cadre réglementaire.

La revue du cadre technique relatif à la mise en œuvre des trois Conventions de Rio a concerné les capacités institutionnelles et humaines, les éléments d'observation et de monitoring des CCs et de la biodiversité, les connaissances et le savoir technique ainsi que la coopération internationale. Les principaux résultats de cette analyse sont :

- l'observation météorologique et climatologique est relativement bien structurée et demeure en conformité avec les normes de l'OMM. En revanche, l'observation de la biodiversité en Algérie est encore insuffisante et fragmentaire,
- les connaissances relatives à la vulnérabilité et aux impacts attendus des CCs sur les principaux écosystèmes, ainsi qu'à leurs diversités biologiques demeurent limitées. Deux insuffisances peuvent traduire le chemin qui reste encore à parcourir : i) l'inventaire de la biodiversité en Algérie est encore incomplet et son élaboration de manière systématique est encore à l'étude, ii) les projections des CCs sur l'Algérie sont à des résolutions très en dessous du standard international. Elles ne permettent pas une évaluation, de fiabilité acceptable, de la vulnérabilité aux CCs et des impacts attendus.
- l'Algérie bénéficie d'une collaboration fructueuse avec plusieurs partenaires nationaux (GIZ, FFEM, etc.) et internationaux (PNUD, IUCN, FAO, FEM, BM, FIDA), à travers des fonds et des appuis techniques qu'il met au profit de la mise en œuvre de ses stratégies nationales de lutte contre les CCs et de préservation de la biodiversité. Malheureusement, cet appui n'est pas valorisé comme il se doit.

Pour cela, il y a lieu de faire les recommandations suivantes :

- Améliorer les connaissances relatives aux CCs attendus sur l'Algérie. Dans une 1^{ère} étape, il est fortement recommandé de procéder à des projections de CC sur l'Algérie en utilisant des techniques de downscaling et à une résolution de l'ordre de 25 km qui est actuellement le standard au niveau internationale.
- mettre en place d'un système d'observation et de suivi de la biodiversité biologique qui serait structuré autour des deux Institutions de base qui seraient le CNDRB et l'ANN. Autour de ce noyau, il y a lieu de mettre en place un réseau regroupant toutes les autres institutions nationales disposant de compétences spécifiques dans ce domaine. A cet effet, il est fortement recommandé d'éviter la centralisation de l'information: en effet les moyens technologiques actuels en matière d'information et de communication permettent d'interconnecter plusieurs bases de données sans qu'il y ait de concentration physique des données. Une telle approche a le mérite de préserver la transparence de tous les partenaires et ainsi d'augmenter sensiblement leurs motivations vers une plus grande implication.

Par ailleurs, il est particulièrement pertinent d'asseoir les bases d'une culture de la gestion du savoir et des connaissances, car malgré quelques avancées récentes, il reste un effort à

accomplir pour rendre réellement accessible l'ensemble de l'information produite sur la biodiversité et le climat. En outre, beaucoup de travaux réalisés dans le cadre de la recherche universitaire demeurent non valorisés et ne donnent lieu qu'à une diffusion très restreinte.

Grace à ses relations privilégiées aussi bien avec ses partenaires nationaux qu'internationaux, l'Algérie a bénéficié d'un nombre important de projets. De même, le MATE a financé une cinquantaine de projets de recherche liés à la connaissance et la conservation de la diversité biologique. Malheureusement, les recommandations des études réalisées sont rarement appliquées alors que la capitalisation des acquis des appuis techniques au niveau des différents projets demeure faible à ce jour.

La participation des ONGs à la concertation nationale sur les principaux sujets d'environnement demeure limitée. En fait, ils n'ont pas les moyens et les capacités de jouer un rôle de partenariat, leur contribution se limite généralement à la participation à des réunions ainsi qu'à quelques actions disparates sur le terrain. Par ailleurs, bien qu'elle vise la restructuration du tissu associatif algérien, la nouvelle loi sur les associations demeure relativement astreignante.

Les activités de sensibilisation et d'information nécessitent un réel élan d'innovation. Pour cela, il y a lieu de valoriser la perception de la biodiversité en :

- Insistant sur la préservation de l'environnement en général comme étant une éthique sociale.
- La capitalisation et à la valorisation de la littérature et de l'oralité culturelles sur la diversité biologique mais également la lutte contre les CCs

De même, il y a lieu d'œuvrer pour changer les mentalités de manière à accroître les connaissances et à générer un savoir et un comportement respectueux de la diversité biologique et permettant de lutter contre les CCs. Cet effort devrait en particulier cibler les jeunes qui constituent la conscience d'aujourd'hui et les acteurs actifs de demain. Au niveau des messages, il faudrait les adapter au public cible, améliorer leur contenu et innover dans les manières de les transmettre.

Table des matières

I-	INTRODUCTION.....	1
II-	LA BIODIVERSITE EN ALGERIE : CARACTERISTIQUES & VULNERABILITES...3	
II.1-	Etat des connaissances relatives à l'inventaire	3
1.1-	Caractéristiques générales.....	4
1.2-	Espèces terrestres	4
1.3-	Espèces marines.....	6
II-2	Etat des connaissances relatives à la vulnérabilité de la biodiversité en Algérie	7
2.1-	Espèces protégées au niveau national	7
2.2-	Zones d'importances pour les plantes (ZIP)	8
2.3-	Listes rouges de l'IUCN.....	9
2.4-	Comparaison entre les espèces protégées au niveau national et les listes rouges de l'IUCN.....	10
III-	CHANGEMENTS CLIMATIQUES ATTENDUS SUR L'ALGERIE.....	12
III.1-	Climat de l'Algérie et tendances	12
1.1-	Etages bioclimatiques de l'Algérie	12
1.2-	Caractéristiques des précipitations.....	13
1.3-	Tendances climatiques	13
III.2-	Modélisation du climat	14
2.1-	Projections de changements climatiques au niveau global	16
2.2-	Projections de changements climatiques au niveau de la région méditerranéenne.....	17
III.3-	Projections des changements climatiques au niveau de l'Algérie	19
III.4-	Scénario de changements climatiques pour l'Algérie.....	19
IV-	CHANGEMENTS CLIMATIQUES & BIODIVERSITE: APPROCHE	21
IV.1-	Changements climatiques & biodiversité : cadre conceptuel	21
IV.2-	Changements climatiques: la grande menace pour la biodiversité.....	22
IV.3-	Vulnérabilité d'un écosystème aux changements climatiques	24
IV.4-	Vulnérabilité d'une espèce aux changements climatiques.....	26
IV.5-	Impacts attendus des changements climatiques sur la biodiversité.....	27
IV.6-	Un Exercice exploratoire.....	28
V-	APPROCHE ECOSYSTEMIQUE	31
V.1-	Caractéristiques des écosystèmes algériens.....	31
V.2-	Opportunité d'une approche écosystémique	32
VI-	IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES STEPPIQUES.....	34
VI.1-	Etat des connaissances en matière de vulnérabilités et de menaces.....	34
VI.2-	Vulnérabilité écosystémique	35
VI.3-	Vulnérabilité des espèces aux changements climatiques	36
VI.4-	Impacts attendus des changements climatiques	40
VII-	IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES MONTAGNEUX/ FORESTIERS	41
VII.1-	Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et des menaces	41
VII.2-	Vulnérabilité écosystémique	42

VII-3	Vulnérabilité des espèces au changement climatique.....	42
VII-4	Impacts attendus des changements climatiques	47
VIII-	IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES DES ZONES HUMIDES	48
VIII.1-	Etat de connaissances de la vulnérabilité actuelle et des menaces.....	48
VIII.2-	Vulnérabilité écosystémique	48
VIII.3-	Vulnérabilité des espèces au changement climatique.....	49
VIII-4	Impacts attendus des changements climatiques	53
IX-	IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES MARINS ET LITTORAUX	55
IX.1-	Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et les menaces.....	55
IX.2-	Vulnérabilité écosystémique	56
IX.3-	Vulnérabilité au changement climatique des taxons déjà menacés.....	57
IX.4-	Impacts attendus des changements climatiques	62
X-	IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DESECOYSTEMES AGRICOLES	63
X.1-	Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et les menaces.....	63
X.2-	Vulnérabilité écosystémique	63
X.3-	Vulnérabilité aux changements climatiques des taxons déjà menacés	64
X.4-	Impacts attendus des changements climatiques	68
XI-	IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES SAHARIENS	69
XI.1-	Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et les menaces.....	69
XI.2-	Vulnérabilité écosystémique	70
XI.3-	Vulnérabilité au changement climatique des taxons déjà menacés.....	71
XI.4-	Impacts attendus des changements climatiques	74
XII-	ANALYSE DU CADRE INSTITUTIONNEL	76
XII.1-	Principaux Départements & Autres structures concernées.....	76
XII.2-	Stratégie & Plans d'actions pour la mise en œuvre des trois Conventions de Rio.....	78
2.1-	Mise en œuvre de la CDB	78
2.2-	Mise en œuvre de la CCNUCC.....	79
2.3-	Mise en œuvre de la CLD	80
XII.3-	Cadre institutionnel impressionnant.....	81
XIII-	ANALYSE DU CADRE REGLEMENTAIRE.....	82
XIII.1-	Dispositif réglementaire étoffé.....	82
XIII.2-	Insuffisances à plusieurs niveaux	83
XIV-	ANALYSE DU CADRE TECHNIQUE.....	84
XIV.1-	Capacités institutionnelles et humaines	84
1.1-	Capacités institutionnelles	84
1.2-	Composantes dans des projets de coopération	84
1.3-	Contribution des fonds nationaux	85

XIV.2-	Éléments d'observation et de monitoring.....	85
2.1-	Observation météorologique et climatologique structurée.....	85
2.2-	Observation de la biodiversité à améliorer.....	86
XIV.3-	Connaissances et savoir technique acquis.....	86
3.1	Connaissances limitées sur les changements climatiques attendus sur l'Algérie.....	86
3.2	Connaissances limitées sur la biodiversité algérienne et sa vulnérabilité.....	87
XIV.4-	Collaboration internationale importante.....	87
4.1-	Coopération avec le PNUD.....	87
4.2-	Coopération avec l'UICN.....	88
4.3-	Coopération avec le GIZ.....	88
4.4-	Coopération avec l'Union Européenne.....	89
4.5-	Coopération avec la FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.....	89
XIV.5-	Sensibilisation et Information.....	89
5.1-	Acteurs étatiques.....	89
5.2-	Accès à travers le web.....	90
5.3-	Insuffisances en relation avec la perception et la mentalité.....	91
XV-	APPROCHE & CONCEPTS NOVATEURS.....	92
XV.1-	Capital biodiversité en tant que source de revenus.....	92
1.1-	Valeur économique de la biodiversité.....	92
1.2-	Transparence de cette valeur économique dans le PIB.....	93
1.3-	Comment valoriser ce capital.....	93
XV.2-	Changements climatiques & biodiversité: une approche Win-Win.....	93
2.1-	Dégradation spectaculaire des ressources de la biodiversité mondiale.....	94
2.2-	Préservation de la biodiversité pour lutter contre les CCs.....	95
XV.3-	Promouvoir les services écosystémiques.....	95
XV.4-	Créer une synergie entre les trois Convention de Rio.....	96
XV.5-	Instaurer une gestion du savoir et des connaissances.....	97
XVI-	RECOMMANDATIONS POUR LA STRATEGIE NATIONALE.....	99
XVI.1-	Promouvoir la cohérence et la synergie du cadre institutionnel.....	99
1.1-	Promouvoir la cohérence et la synergie avec les autres stratégies nationales les plans d'action en relation.....	100
1.2-	Instaurer une synergie entre les trois Conventions de Rio.....	100
1.3-	Améliorer la gouvernance environnementale.....	101
XVI.2-	Mise à niveau du cadre réglementaire.....	101
2.1-	Aspects non abordés.....	101
2.2-	Renforcer l'applicabilité du cadre réglementaire.....	102
2.3-	Création d'un environnement fiscal efficace et propice.....	102
2.4-	Autres insuffisances.....	102
XVI.3-	Améliorer les connaissances techniques.....	103
3.1-	Mieux connaître les CCs attendus sur l'Algérie.....	103
3.2-	Mieux connaître la biodiversité algérienne et sa vulnérabilité.....	104
XVI.4-	Dispositif de veille, monitoring et alerte.....	104
4.1-	Structurer l'observation de la biodiversité en s'appuyant sur le réseau d'observation de l'ONM.....	
4.2-	Contours d'un système d'observation et de suivi de la biodiversité biologique.....	105
XVI.5-	Asseoir les bases d'une culture de la gestion du savoir et des connaissances.....	107
5.1-	Accessibilité, échange et partage de l'information.....	107
5.2-	Renforcement des capacités.....	107
5.3-	Capitalisation des acquis.....	108

XVI.6- Développer l'approche participative	108
6.1- Renforcement du partenariat avec les ONGs.....	108
6.2- Sensibilisation et information.....	109
CONCLUSION	111
Références bibliographiques.....	111

Liste des tableaux

Tableau 1 Nombre d'espèces terrestres par groupe taxonomique en Algérie.....	4
Tableau 2 Pourcentages des statuts écologiques sur l'ensemble des taxons de l'index	5
Tableau 3 Nombre d'espèces par catégorie de rareté	6
Tableau 4 Nombre d'espèces marines par groupe taxonomique en Algérie.....	6
Tableau 5 Comparaison des espèces endémiques et protégées en 2014	8
Tableau 6 Caractéristiques des 14 zones ZIP	9
Tableau 7 Comparaison du statut des espèces au niveau national et au niveau de l'UICN (2014)	10
Tableau 8 Projection de précipitations à l'horizon 2100 selon le scénario IS92a.....	19
Tableau 9 Scénario de changements climatiques sur l'Algérie à l'horizon 2030	20
Tableau 10 Evaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques d'un écosystème en termes de biodiversité	25
Tableau 11 Evaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques d'une espèce biologique	26
Tableau 12 Impacts attendus des changements climatiques sur une espèce	28
Tableau 13 Taux de changement de la richesse floristique et des habitats dans les observatoires d'Afrique du Nord.....	35
Tableau 14 Perte des productions pastorales des parcours.....	35
Tableau 15 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes steppiques algériens	36
Tableau 16 Vulnérabilité de l'Alfa aux changements climatiques.....	36
Tableau 17 Vulnérabilité de l'Armoise blanche aux changements climatiques.....	37
Tableau 18 Vulnérabilité de l'Outarde aux changements climatiques	39
Tableau 19 Impacts attendus sur l'Alfa.....	40
Tableau 20 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes montagneux Algériens	42
Tableau 21 Vulnérabilité du Chêne Liège aux changements climatiques.....	42
Tableau 22 Vulnérabilité de la Sitelle Kabyle aux changements climatiques.....	44
Tableau 23 Vulnérabilité du Cèdre de l'Atlas aux changements climatiques.....	45
Tableau 24 Impacts attendus sur le chêne liège	47
Tableau 25 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes des zones humides algériens	49
Tableau 26 Vulnérabilité de Tadorne de Belon aux changements climatiques.....	49
Tableau 27 Vulnérabilité du Flamant rose aux changements climatiques	51
Tableau 28 Vulnérabilité de l'aulne glutineux aux changements climatiques	52
Tableau 29 Impacts attendus sur l' <i>Alnus glutinosa</i>	53
Tableau 30 Structure générale de la biodiversité marine en Algérie.....	55
Tableau 31 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes marins et littoraux algériens	56
Tableau 32 Vulnérabilité de Corail rouge aux changements climatiques	57
Tableau 33 Vulnérabilité du Merou aux changements climatiques	58
Tableau 34 Vulnérabilité de Patella foncée aux changements climatiques.....	60
Tableau 35 Vulnérabilité de Goéland d'Audoin aux changements climatiques	61
Tableau 36 Impacts attendus sur le corail rouge	62
Tableau 37 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes agricoles algériens.....	64
Tableau 38 Vulnérabilité de l' <i>Olivier Oléa europaea</i> aux changements climatiques	64
Tableau 39 Vulnérabilité de Palmier dattier aux changements climatiques.....	65
Tableau 40 Vulnérabilité de l'Arganier aux changements climatiques.....	67
Tableau 41 Impacts attendus sur l'Arganier.....	68
Tableau 42 Eléments de la biodiversité floristique au niveau des écosystèmes sahariens.....	69
Tableau 43 Eléments de la biodiversité faunistique au niveau des écosystèmes sahariens.....	70
Tableau 44 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes sahariens algériens	70
Tableau 45 Vulnérabilité de l'Acacia aux changements climatiques.....	71
Tableau 46 Vulnérabilité de la Gazelle Dorcas aux changements climatiques.....	72
Tableau 47 Vulnérabilité du Cyprés du Tassili aux changements climatiques	73
Tableau 48 Impacts attendus sur la Gazelle Dorcas.....	74

Liste des figures

Figure 1 Localisation des 14 zones ZIP.....	9
Figure 2 Les différents niveaux de vulnérabilité définis par l'IUCN.....	10
Figure 3 Etages bioclimatiques algériens.....	12
Figure 4 Répartition des pluies annuelles sur le Nord de l'Algérie.....	13
Figure 5 Tendances des moyennes annuelles des températures minimales et maximales journalières	14
Figure 6 Tendances des précipitations.....	14
Figure 7 Approche pour l'évaluation des impacts du CC sur les écosystèmes et les secteurs.....	15
Figure 8 Evolution attendue de la température selon les scénarios RCP du GIEC.....	16
Figure 9 Les projections de l'élévation du niveau moyen de la mer sur le 21ème siècle par rapport à la période (1986-2005).....	17
Figure 10 Evolution sur le 21ème siècle de la concentration de GES en CO2-equivalent.....	17
Figure 11 Région Méditerranéenne : Evolution attendue de la température et des précipitations à l'horizon 2100 selon le scénario A1B.....	18
Figure 12 Evolution attendue des projections des moyennes de températures (2071-2100, 1961-1990).....	18
Figure 13 Evolution attendue des projections des moyennes de précipitations (2071-2100, 1961-1990).....	18
Figure 14 Cadre conceptuel pour représenter la liaison Changements climatiques & biodiversité.....	21
Figure 15 Changements observés dans la biodiversité mondiale.....	24
Figure 16 Les principales composantes des changements climatiques liés avec les différents niveaux de la biodiversité.....	25
Figure 17 Les différentes zones naturelles en Algérie.....	31
Figure 18 Etapes d'élaboration du Plan National Climat.....	79
Figure 19 Relations et boucles de rétroaction entre la désertification, les CCs et la biodiversité.....	97
Figure 20 Proposition d'un système d'observation et de suivi de la biodiversité par la mise en réseau des différentes Institutions concernées.....	106

I- INTRODUCTION

L'Algérie présente une vulnérabilité écologique se traduisant par une fragilité de ses écosystèmes² à la sécheresse et à la désertification ainsi qu'une érosion côtière effrénée et un stress hydrique chronique dans certaines régions. Cette vulnérabilité représente un défi que l'Algérie a entrepris de relever, en adoptant une approche intersectorielle et en réorientant la planification des politiques publiques vers l'adaptation aux CCs, la lutte contre la désertification et la préservation de la diversité biologique et des ressources hydriques (République Algérienne Démocratique et Populaire, Octobre 2011).

Dans le cadre de la contribution de l'Algérie à la Conférence des Nations Unies sur le Développement durable (Rio+20) plusieurs acquis en termes de sauvegarde de biodiversité ont été recensés, à savoir :

- Conservation de la biodiversité des zones arides et sahariennes : 850 000 hectares, réparties sur trois régions (appartenant respectivement aux wilayas de Naâma, Béchar et Tindouf) ont fait l'objet de plans de gestion et sont en cours de classement en aires protégées.
- Protection et conservation des écosystèmes fragiles : le classement de 47 zones humides d'importance internationale (liste de RAMSAR), notamment comme habitats clés pour les oiseaux migrateurs. La majorité des zones humides sont dotés de plans de gestion.
- Conservation des espèces de faune sauvage : des efforts significatifs ont été fournis en terme de réhabilitation concernant deux espèces d'antilopes (gazelle dorcas et leptotène) et des réintroductions ont été opérées en in situ.
- Conservation des essences endémiques des zones sahariennes : l'arganier a fait l'objet d'une stratégie de réhabilitation (préservation) et une aire protégée est en cours de création permettant sa conservation intégrale sur plus de 90 000 hectares.

Afin de fructifier ces acquis, et dans le cadre d'un partenariat avec le FEM et le PNUD, le Gouvernement algérien bénéficie du projet "Planification nationale sur la diversité biologique et mise en œuvre en Algérie du Plan Stratégique de la Convention sur la Diversité Biologique 2011-2020 et des Objectif d'Aichi". Ce projet vise à intégrer les engagements de l'Algérie aux termes de la Convention sur la diversité biologique (CDB) dans ses programmes nationaux de planification du développement multisectoriels, par le biais d'un processus renouvelé et participatif de planification en matière de diversité biologique. Il vise également l'élaboration d'une stratégie conforme aux orientations globales du Plan stratégique de la CDB pour 2011-2020.

La présente étude relative à un diagnostic sur la Biodiversité & CCs en Algérie rentre dans le cadre de ce projet. Elle sera structurée autour des lignes directrices suivantes :

²Un écosystème est un complexe dynamique de plantes, d'animaux et de micro-organismes et leur environnement non vivant interagissent comme une unité fonctionnelle. Des exemples d'écosystèmes comprennent les déserts, les récifs coralliens, les zones humides, les forêts tropicales, les forêts boréales, les prairies, les parcs urbains et des terres agricoles cultivées. (Millennium Ecosystem Assessment, 2005a)

- Une synthèse de l'inventaire de la biodiversité en Algérie présentée dans le cadre du 5^{ème} Rapport National de l'Algérie au titre de laCDB (Chapitre II)
- L'élaboration d'un scénario de CCs attendus sur l'Algérie à l'horizon 2030 (Chapitre IV)
- La conceptualisation de l'approche entre les CCs & la biodiversité (Chapitre V)
- Une première évaluation de la vulnérabilité et des impacts attendus des CCs pour les 6 principaux écosystèmes de l'Algérie basée sur des jugements d'experts (les chapitres VI à XI)
 - Ecosystèmes steppiques
 - Ecosystèmes montagneux/forestiers
 - Ecosystèmes humides
 - Ecosystèmes marins et littoraux
 - Ecosystèmes agricoles
 - Ecosystèmes Saharien
- Une Analyse des cadres institutionnels, réglementaires et techniques (les chapitres XII à XIV)
- Enfin, des recommandations seront proposées pour la nouvelle Stratégie et les Plans d'Actions Nationaux (SPAN) relatifs à la biodiversité en Algérie (Chapitre XVI).

II- LA BIODIVERSITE EN ALGERIE : CARACTERISTIQUES & VULNERABILITES

La biodiversité est par définition la vie qui nous entoure sous toutes ses formes. Elle est indispensable à tous les processus vitaux et à tous les services fournis par les écosystèmes de la planète. Elle est le fruit d'une évolution de plusieurs millions d'années conjuguée à des siècles d'activité humaine (cueillette, défrichage, agriculture, urbanisation, etc.)(CDB, 2010). Elle désigne la variété au sein des organismes vivants provenant de toutes les sources y compris les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie. C'est également la diversité au sein des espèces, entre les espèces et entre les écosystèmes

La Convention sur la Diversité Biologique (CDB) définit la diversité biologique ou biodiversité comme étant

« La variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ». Autrement dit, la diversité biologique est la variété de la vie sur terre à tous les niveaux, des gènes aux populations mondiales de la même espèce ; des communautés d'espèces partageant la même petite aire d'habitat aux écosystèmes mondiaux. »

La biodiversité présente des avantages multiples :

- une condition pour un développement sain et naturel des espèces et des écosystèmes,
- un héritage naturel que nous léguons aux générations futures. A ce titre, il incombe à notre société une responsabilité éthique et morale,
- une assurance : Elle représente en effet les 10 à 20 millions d'espèces estimées de par le monde, leur variabilité génétique, la variété des ensembles qu'elles constituent dans un habitat ainsi que la variabilité des interactions qu'elles génèrent rendent possibles des adaptations à un large spectre de conditions et de modifications environnementales.

II.1- Etat des connaissances relatives à l'inventaire

Le 4ème rapport de l'Algérie au titre de la CDB (basée sur l'inventaire de 2000) a répertorié 16000 espèces. Mais ce chiffre ne traduit pas exactement la réalité, car, des vertébrés ont apparemment fait l'objet d'un double-compte et parmi lesquelles 5128 étaient introduites et n'étaient pas spontanées en Algérie ; d'où l'existence de seulement 9893 espèces confirmées.

Par ailleurs à ce jour (inventaire de 2014), 13318 espèces ont été inventoriées au niveau du territoire national, dont 4250 marines et 9068 terrestres. Cet inventaire de 2014 de la biodiversité en Algérie, repris dans le 5ème Rapport National (2014) de l'Algérie au titre de la CDB, est certainement le plus complet et le plus exhaustif en la matière. Aussi, l'approche adoptée consiste à se référer à ce dernier inventaire en l'actualisant par de nouvelles données/informations disponibles. Nous procéderons également à quelques comparaisons avec l'inventaire de 2000 afin de mettre en exergue certaines tendances.

1.1- Caractéristiques générales

Avec (9068) espèces recensées, les écosystèmes continentaux sont plus riches que leurs homologues marins qui n'en comptent que (4250). L'évolution pour les 3 grandes catégories de groupes taxonomiques à savoir, les vertébrés, les invertébrés et les végétaux, fait état d'une nette progression des invertébrés qui passent de 3792 en 2000, à 6444 en 2014. Ces estimations sont appelées à croître dans la mesure des pans entiers de la côte algérienne et des régions continentales terrestres restant inexploités. En 2014, les invertébrés ont été estimés à 6444 espèces dont 3337 espèces continentales et 3107 marines. Le groupe des vertébrés est relativement bien connu en Algérie et le nombre d'espèces demeure globalement stable. Les poissons montrent également une constante progression dans la mesure où en recense aujourd'hui près de (328) pour (130) en 2000 et (300) en 2009.

En fait, A l'instar de beaucoup de pays, les végétaux supérieurs et les vertébrés, sont relativement bien connus. En revanche, les données relatives aux invertébrés demeurent lacunaires et il n'existe toujours pas d'ouvrages thématiques synoptiques.

1.2- Espèces terrestres

Le tableau (1) qui suit, présente un aperçu général relatif aux nombres d'espèces terrestres par groupes taxonomiques (Protistes, flores, invertébrés et vertébrés) en Algérie ainsi que leurs évolutions entre les inventaires de 2000, 2009 et 2014.

Tableau 1 Nombre d'espèces terrestres par groupe taxonomique en Algérie

	2000	2009	2014
Virus		50	50
Bactéries		100	100
Protozoaires			
Champignons sup	78	150	495
Champignons actino		250	250
Total Protistes	78	550	895
Algues			
Lichens	600	850	575
Mousses	2		458
Spermaphytes	3139	3139	3152
Total Flore	3741	3989	4185
Insectes	1900	1900	2610
Autres			727
Total invertébrés	1900	1900	3337
Poissons		39	71
Amphibiens	12	12	14
Reptiles	70	70	80
Oiseaux	378	378	378
Mammifères	96	96	108
Total vertébrés	556	595	651
TOTAL GENERAL	6275	7034	9068

Source : 5ème Rapport National (2014) de l'Algérie au titre de la CDB

L'analyse de l'évolution de l'inventaire des années 2000 avec celui de 2014, permettent de mettre en exergue les aspects suivants

- Les poissons d'eau douce algérienne sont au nombre de 71 (Bouhadad, 2012) dont 26 espèces sont introduites. Elles représentent une menace potentielle pour les espèces autochtones.
- Les amphibiens sont représentés par 14 espèces (Mateo et al, 2013). Ils couvrent l'ensemble du territoire, mais la richesse spécifique est beaucoup plus importante dans la partie Nord du pays (lacs, marais, sebkha, oued...).
- La classe des reptiles compte 80 espèces appartenant aux Sauriens (50 Lézards), Ophidiens (25 Serpents), Chéloniens (4 Tortues) et 1 Amphisbaeniens (Amphisbènes) dont (13) reptiles, soit 16% du peuplement total sont endémiques au Maghreb.
- 55 familles et 281 espèces d'oiseaux constituent le fond avifaunistique régulier de l'Algérie. A ce fond régulier, on peut ajouter 97 espèces de passage ainsi que 6 espèces introduites. La sitelle kabyle (*S. ledantii*) est le seul oiseau endémique d'Algérie. 125 espèces d'oiseaux sont protégées³ notamment les rapaces et les oiseaux liés aux milieux humides
- On dénombre 118 espèces de mammaliennes (Ahmim, 2012) ayant vécu en Algérie, La liste de l'IUCN recense quant à elle, 106 espèces mammaliennes et 2 espèces endémiques.
- L'inventaire de la Faune invertébrée des milieux continentaux se compose de 3337 espèces et sous espèces, réparties entre 399 familles (contre 1860 espèces recensées en 2000). Sur les 3337 espèces d'invertébrés, 2610 (soit 78,2 %) sont des insectes et 727 (soit 21,8%) appartiennent aux autres phylums.

Enrichissement de la flore

Au niveau des végétaux, la variation est très faible chez les spermaphytes (13 espèces de spermaphytes sur 3152) et les fougères et les lichens en revanche, les champignons sup et les mousses montre une évolution importante du nombre d'espèces (passant de 2 à 458 espèces pour les mousses). Ces résultats montrent que l'inventaire de certains groupes taxonomiques, était incomplet et reste encore loin d'être achevé.

Globalement, on détecte un enrichissement de la flore algérienne qui est passé de 3741 espèces en 2000 à 4185 en 2014. L'analyse taxonomique critique de Dobignard & Chatelain (Index Synon. Fl. Afr. Nord, 5 vol. : 2010-2013) sur la base d'une large compilation bibliographique de l'ensemble de l'Afrique du Nord, révèle près de 4000 taxons indigènes pour l'Algérie et près de 4500 (tableau 1) en incluant les taxons introduits à différents degrés (cultivé, adventice, naturalisé).

Endémisme floristique

D'après le tableau 2 (de Dobignard et châtelain 2010-2013), le nombre d'espèces endémiques serait de l'ordre de 290. Ce chiffre demeure à confirmer par des travaux ultérieurs.

Tableau 2 Pourcentages des statuts écologiques sur l'ensemble des taxons de l'index

endémique. (%)	Naturel + Introduite(%)	cultivé (%)	adv.(%)	probl. Incert.(%)	nb. taxons (1)	nb. taxons (2)
6,51	1,95	2,54	1,45	3,74	3951	4449

(1) taxons natifs exclusivement ; (2) total incluant les taxons cultivés, naturalisés etc.)

Source : Dobignard et chatelain (2010-2013)

³Décret du 24 mai 2012 (Journal Officiel N° 35 du 10 juin 2012).

Il est paradoxal que la flore algérienne s'enrichisse, alors que des menaces persistent, voire augmente. Ce paradoxe s'explique par l'effort asymétrique 4 à fournir pour déterminer l'existence d'une nouvelle espèce ou sa disparition.

Espèces rares selon l'IUCN

En Algérie, on comptabilise en 2014, (1734) espèces rares (tableau 3). Elles se ventilent comme suit:

Tableau 3 Nombre d'espèces par catégorie de rareté

RRR (rarissime)		RR (très rare)		R (rare)		AR (assez rare)	
2009	2014	2009	2014	2009	2014	2009	2014
35	35	730	657	590	678	314	364

(Source : Lamine et al, 2014)

Au niveau national, une nouvelle liste⁵ des plantes protégées en Algérie a été publiée en 2012. Elle porte le nombre d'espèces protégées de (226) à (452) espèces qui se décomposent comme suit: 9 ptéridophytes, 11 gymnospermes, 351 dicotylédones et 81 monocotylédones.

1.3- Espèces marines

Le tableau suivant présente un aperçu général relatif aux nombres d'espèces marines par groupes taxonomiques (flore, invertébrés et vertébrés) en Algérie ainsi que leurs évolutions entre les inventaires de 2000, 2009 et 2014.

Tableau 4 Nombre d'espèces marines par groupe taxonomique en Algérie

	2000	2009	2014
Algues Unicellulaires		209	303
Algues Macrophytes		468	495
Spermaphytes	4	4	4
Total Flore	4	681	802
Mollusques			663
Annélides Polychètes			740
Crustacés			864
Divers groupes des fonds meubles			89
Divers groupes des fonds durs			597
Divers groupes zooplanctoniques			154
Total Invertébrés	1892	1892	3107
Reptiles	2		2
Poissons	300	352	328
Mammifères	9		11
Total Vertébrés	311	352	341
TOTAL GENERAL	2207	2573	4250

Source : Bakalem (2014)

NB : les oiseaux marins ne sont pas comptabilisés dans ce tableau, pour éviter les doubles comptes et se retrouvent dans le tableau 5.

⁴Un seul botaniste peut arriver à reconnaître plusieurs nouvelles espèces. Par contre, attester de la disparition d'une espèce, dont l'aire de répartition est souvent assez large, nécessite plusieurs campagnes d'échantillonnage exhaustives et à très grande échelle nécessitant la mobilisation de plusieurs équipes de chercheurs.

⁵ Décret exécutif no 12-03 du 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées, publié au Journal officiel de la République Algérienne no 03 du 18 janvier 2012.

Il est également possible de regrouper les espèces par principaux compartiments marins algériens. Selon les travaux de Bakalem (2014), le Benthos est le compartiment le plus riche avec 3360 espèces. En revanche, le plancton ne totalise que 457 espèces.

L'inventaire de la flore marine a inventorié 468 algues marines existant le long du littoral algérien auxquelles s'ajoutent 27 espèces nouvellement recensées (Le Berre ,1990). Quant aux algues unicellulaires, elles seraient au nombre de 303 espèces. Ces résultats sont parcellaires et l'inventaire est certainement à parfaire dans ce domaine.

L'inventaire de la faune benthique des invertébrés présente les caractéristiques suivantes :

- Les invertébrés des substrats durs, non inventoriés en 2000, et non cités distinctement dans le 4ème rapport de l'Algérie au titre de la CDB, ont été estimés à 597 (Grimes, 2012) ;
- Selon Grimes (2012), 13 espèces figurant sur l'annexe II des espèces en danger en Méditerranée (Protocole ASP BD/ Convention de Barcelone) sont rencontrées sur les substrats durs de la côte algérienne. Selon le même auteur, trois des quatre espèces sporifères figurant sur l'annexe III du protocole ASP BD relatif aux espèces dont l'exploitation est réglementée, ont été signalées sur les côtes algériennes ;
- Parmi les espèces de l'annexe III, le corail rouge *Coralium rubrum* (Linnaeus, 1758) pourrait basculer dans l'annexe II en égard au pillage organisé dont il a fait l'objet au cours de ces dernières années ;
- De nombreuses espèces associées aux herbiers à Posidonie sont signalées par différents auteurs mais sans que le nombre ne soit précisé. Des espèces associées à cet herbier sont également signalées soit dans l'inventaire des invertébrés benthiques des substrats durs établi par Grimes (2012), soit dans celui des substrats meubles (Bakalem, 2008, 2012 et Grimes, 2010, 2012).

La faune vertébrée marine avec 341 espèces est riche et diversifiée. Elle est constituée de :

- 328 espèces de poissons ;
- 2 tortues marines ;
- 11 espèces de mammifères marins parmi lesquelles on y retrouve un carnivore et 10 cétacés.

II-2 Etat des connaissances relatives à la vulnérabilité de la biodiversité en Algérie

D'importantes menaces pèsent sur la diversité du patrimoine biologique algérien qui se trouve soumis à d'importants risques d'appauvrissement. Tous les écosystèmes sont menacés, à des degrés différents, par la diminution de leur biodiversité. Cette fragilité des écosystèmes se traduit par une vulnérabilité croissante des divers taxons constitutifs de la biodiversité en Algérie.

2.1- Espèces protégées au niveau national

L'Algérie n'a pas de liste rouge officielle (Red list) cependant un dispositif réglementaire important permet la protection de plusieurs espèces

Le nombre d'espèces protégées en Algérie atteint 904 espèces dont 546 sont des végétaux (s. lato) alors que la faune comprend 127 invertébrés et 231 vertébrés. Cependant, les listes

portant sur les espèces protégées ne relèvent pas d'une méthodologie claire et éprouvée telle que celle adoptée par l'IUCN.

Sur la base de l'inventaire de 2014, le tableau 5 permet de procéder à une comparaison entre les espèces endémiques et celles protégées par la loi.

Tableau 5 Comparaison des espèces endémiques et protégées en 2014

		Terrestre 2014			Marin 2014			
		Nombre d'espèces	Endémiques	Protégées	Nombre d'espèces	Endémiques	Protégées	en danger
Flore	<i>Lichens</i>	575	64	85				
	<i>Bryophytes</i>	458	31	0				
	<i>Ptéridophytes</i>	52	0	9				
	<i>Spermaphytes</i>	3951	52	452	4			
Invertébrés	<i>Substrats durs</i>				597	0	7**	13
	<i>Substrats meubles</i>				2264	0	3**	
Vertébrés	<i>Poissons</i>	71	3		328			
	<i>Amphibiens</i>	14	5	6				
	<i>Reptiles</i>	80	13	46	2			
	<i>Oiseaux</i>	378	1	125				
	<i>Mammifères</i>	107		54	11	1	11***	
	Total	5702	169	777	3206	1		13

* Ne sont représentés que les grands groupes taxonomiques possédant des espèces endémiques et /ou protégées

** Protégées par des Conventions ratifiées par l'Algérie

*** Le phoque moine de Méditerranée qui n'est plus signalée en Algérie depuis 15 ans

La lecture du tableau 5 permet de faire une synthèse des principaux résultats

- 54 mammifères sur 107 sont protégés ; les plus exposés sont les ongulés sauvages (Gazelles, Antilopes et Mouflon à manchettes et Cerf de Barbarie), le fennec, la loutre, le ratel, le caracal, le serval, le guépard, le phoque moine et le singe magot ;
- Plus de la moitié (46 sur 80) des reptiles algériens protégés sont constituée surtout de tortues, associées à des vipères ou des serpents ;
- Près du tiers des oiseaux algériens (125) sont protégés, en particulier le goéland d'Audouin, l'ibis chauve et surtout la sitelle kabyle ;
- Près de la moitié des Amphibiens recensés (6 sur 14) sont protégés ;
- sur 3951 espèces recensées, 452 végétaux spermaphytes sont protégés en Algérie. Parmi ces espèces on note le cyprès du Tassili, l'olivier de Laperrine, le myrte de Nivelles, le pin noir et le thym du désert (*Sacocalyx*), une des rares endémiques au niveau générique algériennes.

2.2- Zones d'importances pour les plantes (ZIP)

Par ailleurs, un programme ZIP⁶ (Zones Importantes pour les Plantes) mis en œuvre en Algérie du Nord avait pour objectif d'identifier et de conserver les sites les plus importants sur le plan de la richesse floristique. Cette richesse concerne : i) Les plantes vasculaires, ii) Les bryophytes, iii) Les lichens, iv) Les algues, v) Les champignons.

⁶ Site naturel ou semi-naturel présentant une richesse botanique exceptionnelle et/ou une composition remarquable de plantes rares, menacées et/ou endémiques et/ou une végétation de grande valeur botanique (Anderson, 2002)

L'identification des ZIP a été menée en complémentarité avec d'autres programmes comme : i) Le programme de l'UICN ; ii) La convention de RAMSAR, iii) La Convention de BERN, iv) Les Programmes nationaux des zones protégées et v) la Conservation et gestion durable des ressources forestières, agricoles, en eau. Les ZIP sont localisés dans la carte qui suit

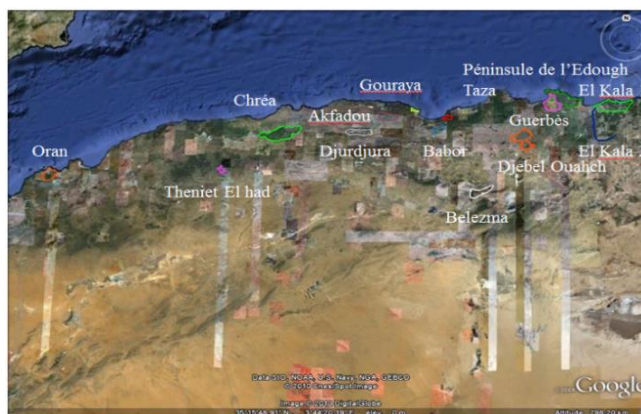


Figure 1 Localisation des 14 zones ZIP

Ce programme a permis de retenir 14 ZIP dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau 6 Caractéristiques des 14 zones ZIP

Sites	Description	Données floristiques
EL Kala 1	Complexe de zones humides et littorales	94 menacées, 20 endémiques
El Kala 2	Monts de la Medjerda	32 menacées, 20 endémiques
Péninsule de l'Edough	Monts et péninsule	38 menacées, 11 endémiques
Guerbès	Plaine, milieu marécageux	41 menacées, 4 endémiques
Dj. Ouahch	Milieus ouverts	21 menacées, 12 endémiques
Parc National du Bélezma	Massif forestier	43 menacées, 12 endémiques
Chaîne des Babor	Massif forestier	50 menacées, 23 endémiques
Parc National de Taza	Massif forestier	39 menacées, 18 endémiques
Parc National de Gouraya	Matorral et falaises calcaires	17 menacées, 11 endémiques
Massif de l'Akfadou	Massif forestier	38 menacées, 28 endémiques
Parc National du Djurdjura	Massif forestier et pelouses orophytiques	88 menacées, 40 endémiques
Parc National de Theniet El Had	Massif forestier	30 menacées, 19 endémiques
Parc National de Chréa	Massif forestier et gorges de la Chiffa	63 menacées, 22 endémiques
Sahel d'Oran	Falaises et dunes côtières	36 menacées, 2 endémiques

Source : Les Zones Importantes pour les Plantes (ZIP) de l'Algérie du Nord, Benhouhou S., De Belair G., Gharzouli R., Véla E. et Yahi N.

2.3- Listes rouges de l'IUCN

La pression anthropique est telle, qu'un nombre important de taxons menacés est aujourd'hui répertorié sur les listes internationales de l'IUCN (Union internationale pour la conservation de la nature), du CITES (convention sur le commerce international des espèces de la faune et de flore sauvages menacées d'extinction) et du CMS (Conservation of migratory species).

La liste rouge de l'IUCN, créée en 1964, constitue probablement l'inventaire mondial le plus complet de l'état de conservation global des espèces végétales et animales.

Elle se présente sous la forme d'une base de données en ligne (<http://www.iucnredlist.org/>) régulièrement actualisée, présentant la situation de plus de 65 000 espèces (**version 2014.2**) sur les 1,8 millions d'espèces connues. Son objectif est d'alerter le public, les décideurs et les responsables politiques sur l'ampleur du risque d'extinction qui frappe de nombreuses espèces et la nécessité de développer des politiques de conservation. Elle incite également la communauté internationale à agir dans le sens de la réduction du taux d'extinction des espèces menacées. Les différents niveaux de vulnérabilité⁷ définis par l'IUCN sont présentés dans la figure qui suit :

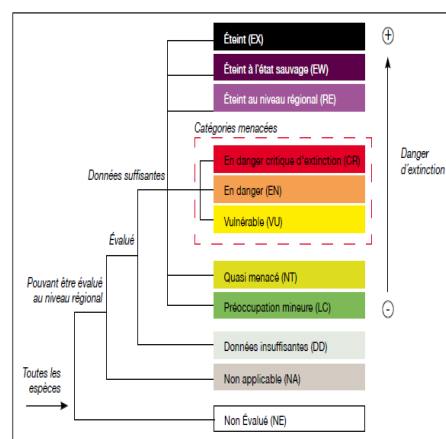


Figure 2 Les différents niveaux de vulnérabilité définis par l'IUCN

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_rouge_de_l'IUCN

Selon le rapport de l'IUCN de 2009⁸, il existe en Algérie 75 espèces menacées (tous groupes taxonomiques confondus). L'Algérie renferme, par ailleurs, cinq espèces endémiques dont trois sont menacées. Ce sont ainsi 21% des espèces connues de mammifères qui figurent sur la liste rouge, de même pour 30% des amphibiens connus, 12% des oiseaux, 28% des reptiles et 70% des plantes. La liste rouge de l'IUCN (2014) intègre quant à elle 105 espèces menacées. Les groupes taxonomiques les plus affectés sont les poissons, les mammifères et les oiseaux (tableau 7). Cette évolution entre 2009 et 2014 met en exergue une vulnérabilité croissante des divers taxons constitutifs de la biodiversité en Algérie.

2.4- Comparaison entre les espèces protégées au niveau national et les listes rouges de l'IUCN

La comparaison avec les listes de l'IUCN (2014) pour les espèces vulnérables montre que les listes algériennes des espèces protégées sont beaucoup plus étoffées dans la mesure où les espèces sont établies conformément au principe de précaution. Cette approche est moins contraignante que la méthodologie rigoureuse adoptée par l'IUCN qui requiert un ensemble de données pas toujours disponibles.

Le tableau 7 permet de dresser une Comparaison entre les espèces protégées au niveau national et celles figurant sur les listes des espèces menacées de l'IUCN (2014)

Tableau 7 Comparaison du statut des espèces au niveau national et au niveau de l'IUCN (2014)

	Total des espèces inventoriées au niveau national	Total des espèces inventoriées par l'IUCN	CR	EN	NT	VU	Total menacées UICN	Protégées JO
Poissons	328	169	7	16	14	18	48	0
Amphibiens	14	12		1	1	2	4	6
Reptiles	80	60	1	4	6	3	13	46
Oiseaux	378	316	3	4	12	4	20	125
Mammifères	107	106	2	4	8	8	20	54

⁷ L'IUCN définit un taxon comme appartenant à un niveau de vulnérabilité donné lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il répond à l'un des critères A à E du niveau de vulnérabilité considéré.

⁸ Wildlife in a changing world, par Jean-Christophe Vié, Craig Hilton-Taylor and Simon N. Stuart ; 2009

La comparaison des deux listes (tableau 7) permet de mettre en exergue les éléments suivants :

- A l'exception des poissons, les listes algériennes des espèces protégées sont mieux étoffées que celle de l'IUCN relatives aux espèces vulnérables ;
- Près de la moitié des espèces de mammifères (47 sur 107) sont protégées au niveau national dont notamment (42.8 %) des batraciens et (57,5 %) des reptiles. En revanche, les listes des espèces menaces de l'IUCN, avec seulement un effectif de 20, est moins étoffés dans ce sens ;
- Concernant les oiseaux, plus mobiles, seuls un tiers d'entre eux sont protégés par la législation algérienne. Si on étend le décompte à l'ensemble des oiseaux réguliers, le taux atteint 44,5 %.

Au niveau floristique, 202 espèces seulement se retrouvent dans les listes rouges de l'IUCN⁹ (2014) alors que 315 espèces sont protégées au niveau national

⁹ <http://www.iucnredlist.org/news/support-the-iucn-red-list>

III- CHANGEMENTS CLIMATIQUES ATTENDUS SUR L'ALGERIE

III.1- Climat de l'Algérie et tendances

1.1- Etages bioclimatiques de l'Algérie

L'Algérie est située au sud de la méditerranée, entre 18° et 38° de latitude Nord et 9° et 12° de longitude. Ce grand territoire se divise en quatre grandes zones bioclimatique : i) l'humide ; ii) le subhumide, iii) le semi-aride et iv) l'aride/Saharien

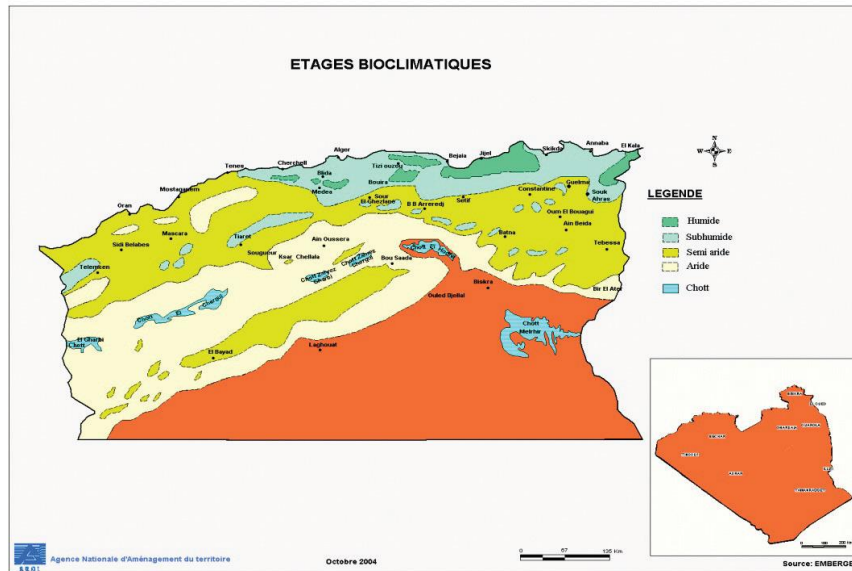


Figure 3 Etages bioclimatiques algériens

Source : 4^{ème} communication nationale de l'Algérie au titre de la CCNUCC

Les quatre étages bioclimatiques (figure 3) de l'Algérie se distinguent par :

1. **Les étages humide et subhumide :** Localisés essentiellement sur la côte et dans l'Atlas Tellien, Ils sont caractérisés par des hivers pluvieux et doux, et des étés chauds et secs. Les précipitations diminuent d'Est en Ouest (1000 - 400 mm) et du Nord au Sud. Les températures moyennes minimales et maximales oscillent respectivement entre 5° et 15°C en hiver et de 25° à 35°C en été. Les vents humides venant de la mer apportent des pluies, de l'automne au printemps. Ces pluies sont plus abondantes à l'Est qu'à l'Ouest. Cependant, l'influence du désert se fait sentir à travers l'action du «sirocco», (vent sec et chaud, soufflant du Sud au Nord).
2. **L'étage semi-aride :** localisé sur les Hautes Plaines et dans l'Atlas Saharien, il est caractérisé par des précipitations faibles et irrégulières, de 200 à 400 mm par an. Les pluies sont rares, surtout sur les Hautes Plaines Oranaise. En hiver la température peut descendre au-dessous de 0 °C en revanche, en été elle dépasse 30, voire même 40 °C
3. **L'étage aride/Saharien :** Localisé dans la région saharienne, il est caractérisé par des pluies rares et très irrégulières provoquant souvent des inondations. Les précipitations sont inférieures à 150 mm par an. Le Sahara est l'une des régions les plus chaudes du monde : les températures de jour peuvent atteindre en été 45 et même 50 °C.

1.2- Caractéristiques des précipitations

Etant un pays essentiellement aride, la pluviométrie en Algérie revêt une importance particulière. En fait, elle définit dans une large mesure les étages bioclimatiques de l'Algérie. Elle se caractérise par :

- Une forte variabilité avec des précipitations variant de plus 1000 mm/an le long des hauts reliefs côtiers de l'Est et du Nord, à moins de 100 mm/au Sud au Sahara ;
- deux saisons pluvieuses, l'une dominante en hiver, l'autre secondaire au Printemps ou l'Automne ;
- des précipitations à forte variabilité à l'échelle journalière, annuelle et interannuelle ;
- une précipitation estivale très faible.

La variation spatiale des précipitations est caractérisée par un fort gradient allant du Nord au Sud et un second, de moindre importance, allant de l'Est à l'Ouest. Ainsi, les principaux traits des précipitations se résument comme suit :

- le long du littoral, les précipitations varie de 400 (Oranais) à 900 mm en allant de l'Ouest vers l'Est ;
- L'atlas tellien se caractérise par des précipitations comprises entre 600 et 1000 mm/an. En revanche, les précipitations de l'Atlas saharien sont moins importantes, elles varient entre 150 et 400 mm/an ;
- Les précipitations du Sahara sont faibles et disparates, ne dépassant guère les 150, voire 200 mm/an.

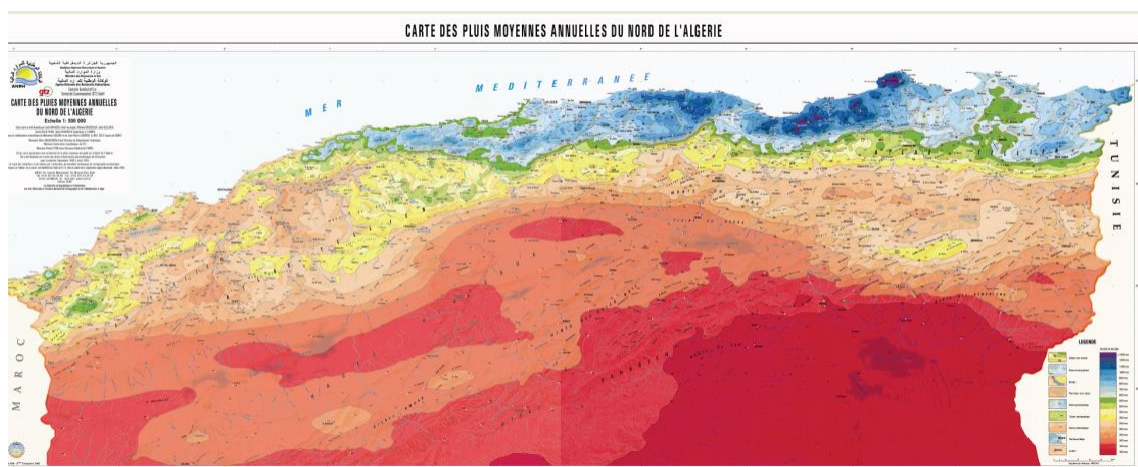


Figure 4 Répartition des pluies annuelles sur le Nord de l'Algérie. (Source : ANRH, 2008)

1.3- Tendances climatiques

Une étude (Z. Nouaceur, et al. 2013) basée sur six stations du réseau d'observation de l'Office National de Météorologie (ONM), relative à la période 1970-2012 et utilisant la méthode graphique chronologique de traitement de l'information (MGCTI), a permis de déceler les tendances climatiques suivantes (Figure 5 et 6)

- Une tendance nette à la hausse des températures dès le début des années quatre-vingt : L'amorçage de ces changements s'est fait dès l'année 1984 pour les températures minimales et à partir de 1987 pour les températures maximales,

- Un retour à une pluviométrie normale sur la dernière décennie suite à une forte sécheresse durant la période 1987-2002,
- Ce retour à une pluviométrie normale sur la dernière décennie s'est accompagné d'une fréquence plus accrue d'épisodes pluvieux.

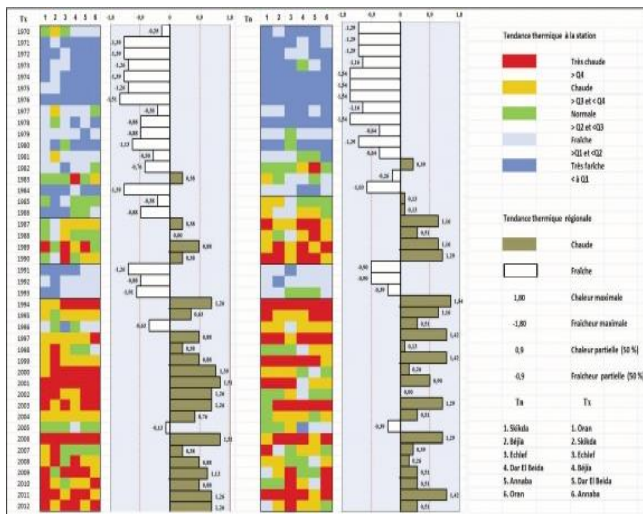


Figure 5 Tendances des moyennes annuelles des températures minimales et maximales journalières

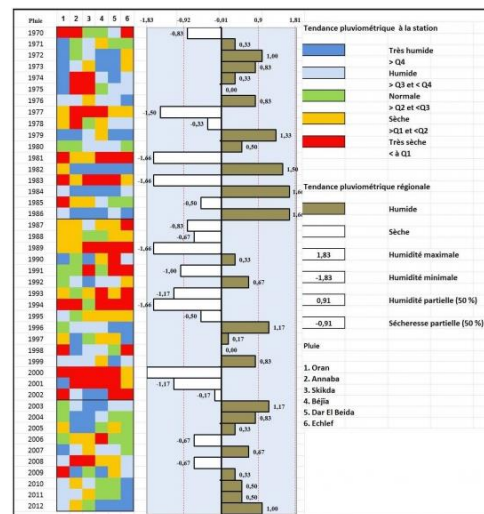


Figure 6 Tendances des précipitations

Ces tendances sont confirmées par la 2ème Communication Nationale de l'Algérie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), qui mentionne :

- Une hausse de la température moyenne minimale et maximale enregistrée sur l'ensemble des stations de l'Algérie du Nord depuis les années soixante-dix et qui continue jusqu'à nos jours ;
- Les impacts des CCs ont provoqué une sécheresse endémique depuis 1975, engendrant une désertification avec une dégradation de plus de 8 % de la forêt et une érosion éolienne et hydrique des sols ;
- Une tendance à la sécheresse observée durant les 30 dernières années.

Il y a lieu de noter par ailleurs que ces tendances sont conformes à celle observées au niveau mondial. Il traduit une manifestation au niveau du territoire algérien du réchauffement global qui a démarré depuis les années 1970 ainsi que les perturbations dans le cycle des précipitations observée un peu partout dans le monde.

III.2- Modélisation du climat

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), définit dans article premier, paragraphe 2, les CCs comme étant :

«Des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ».

Ainsi, la croissance de l'activité humaine, durant des dernières décennies, est à la base d'un nouveau changement dans le climat, que nous appelons communément « le(s) changement(s) ».

climatique(s) (CCs) ». L'évolution future de cette activité humaine au niveau global conditionnera dans une large mesure les CCs attendus.

La question des CCs est appréhendée à l'aide d'une approche intégrée (voir fig. 7) s'articulant autour :

- D'une composante relative à l'activité humaine, son évolution et son impact sur la concentration des principaux GES dans l'atmosphère, analysée à l'aide d'un jeu de scénarios socioéconomiques¹⁰.
- D'une composante relative à l'évolution future du climat, sous cette contrainte liée aux activités humaines, étudiée à l'aide de la modélisation numérique du climat.

Pour évaluer les impacts du CC, une 3^{ème} étape intégrant des modèles d'impacts spécifiques aux écosystèmes et aux secteurs socio-économiques vulnérables aux CCs est nécessaire (fig. 7).

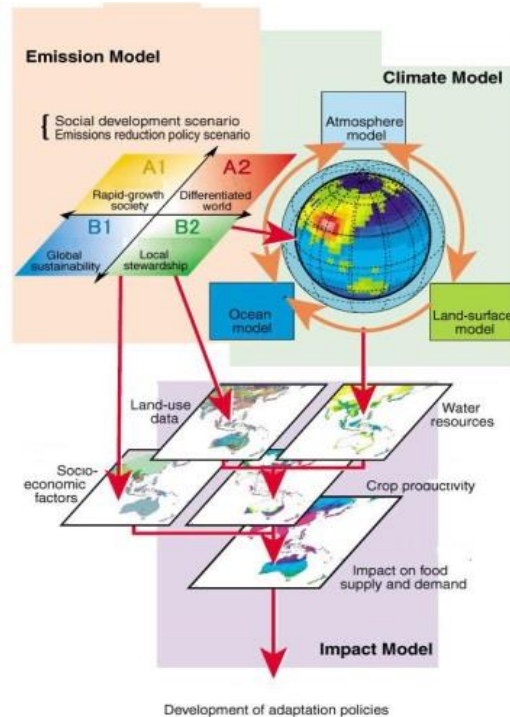


Figure 7 Approche pour l'évaluation des impacts du CC sur les écosystèmes et les secteurs

Source : <http://news/no17/ENG/p6.htm>

Le climat c'est le résultat de processus interactifs complexes prenant naissance dans le système terre-océan-atmosphère-biosphère-cryosphère en vue de régir l'énergie reçue du soleil. Pour l'étude du climat et la prise en compte de l'ensemble de ces interactions, il est nécessaire d'adopter une approche globale. Pour cela, les scientifiques utilisent des modèles de circulation générale (MCG) de l'atmosphère, qui consistent à intégrer numériquement un ensemble d'équations mathématiques qui représentent les lois fondamentales gouvernant le comportement du système climatique et décrivant les processus physiques liant les diverses composantes du système. L'utilisation des MCG permet de reproduire la circulation atmosphérique à grande échelle et ainsi de simuler les principales caractéristiques de la distribution et de l'évolution du climat à la surface du globe.

Cependant, compte tenu de leur faible résolution horizontale (autour de 100 km), les MCG ne peuvent pas représenter adéquatement certains processus climatiques qui se produisent à des échelles plus fines. Une résolution plus fine nécessite des capacités de calcul dont la communauté scientifique n'en dispose pas à l'état actuel.

Afin d'améliorer la simulation du climat à l'échelle régionale, l'approche consiste à utiliser un modèle régional du climat (MRC) qui utilise les mêmes principes physiques de base que les

¹⁰ Les scénarios socio-économiques sont élaborés sur la base de données à l'échelle mondiale qui représentent l'évolution de l'activité humaine en termes de i) croissance économique, ii) croissance démographique, iii) approvisionnement énergétique, iv) transfert de technologie, v) taux de déforestation, vi) applicabilité du protocole de Montréal et ses amendements, vii) mondialisation, etc.

MCG, mais avec une résolution horizontale plus fine (de l'ordre de 10 à 25 km environ), qui permet d'intégrer les spécificités de la région [GIEC, WGI : the Physical science basis, 2007]. D'une manière simplifiée, le passage d'un MCG à un MRC se fait à l'aide d'une technique de descente d'échelle ("downscaling" en anglais) qui consiste à simuler le climat d'une région donnée en se basant sur l'information fournie par la grande échelle aux bords du domaine considéré tout en intégrant les différentes composantes du système climatique propre à cette région.

2.1- Projections de changements climatiques au niveau global

En se référant au 5ème rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC, WGI : the Physical science basis, 2013], les projections de CC attendu au niveau global à l'horizon 2100 seraient :

- Une augmentation de la température moyenne annuelle à la surface de la Terre, variant dans un intervalle de (1 à 4,2 °C). Néanmoins dans tous les cas de figure, le plus préoccupant demeure le rythme avec lequel ce réchauffement aurait lieu, lequel rythme est le plus élevé que la terre ait connu depuis 10 000 ans (fig. 8) ;

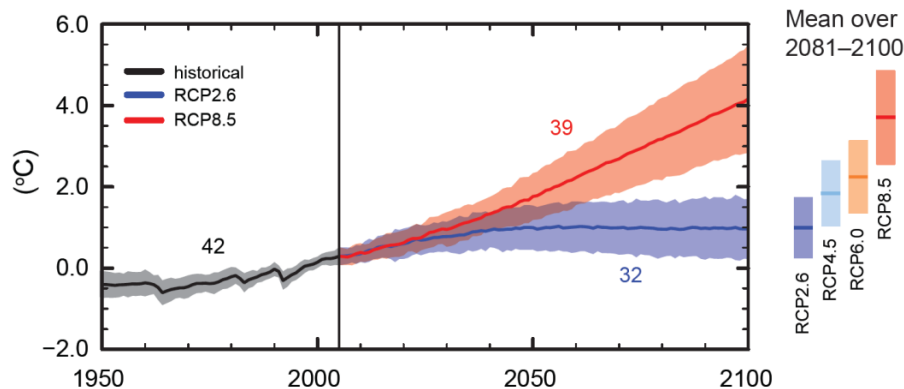


Figure 8 Evolution attendue de la température selon les scénarios RCP du GIEC

Source : GIEC, 2013 : 5ème rapport d'évaluation

- Une élévation du niveau moyen des océans et des mers suite au réchauffement des eaux et à la fonte des glaciers et des calottes glaciaires, variant entre 20 et 70 cm ;
- Une augmentation globale des précipitations accompagnée d'une disparité régionale importante.

L'amplitude du CC attendu varie considérablement d'un scénario socio-économique à l'autre. Cela veut dire que les engagements mondiaux, pris par l'ensemble des pays pour atténuer leurs émissions de GES, détermineront dans une large mesure l'ampleur du CC attendu.

Concernant l'élévation attendue des niveaux des océans et des mers, elle est principalement due à l'expansion thermique des eaux. Quant à l'évolution sur le 21ème siècle de la concentration moyenne de GES dans l'atmosphère, elle est appréhendée à l'aide d'un jeu de scénario socio-économique.

Les Projections moyennes de l'élévation globale du niveau de la mer, à partir de la combinaison de l'ensemble des scénarios CMIP5, montre qu'à l'horizon 2100, les élévations attendues vont de 28 cm (RCP 2.6) à 98 cm (RCP 8.5).

A l'horizon 2030, l'élévation attendue du niveau de la mer serait de l'ordre de 13 cm par rapport à la période (1986-2005). Il y a lieu de noter par ailleurs que l'élévation du niveau de la mer méditerranée est difficile à estimer dans la mesure où les modèles globaux paramétrassent de manière sommaire les échanges d'eau entre la Méditerranée et l'Océan atlantique au niveau du détroit de Gibraltar.

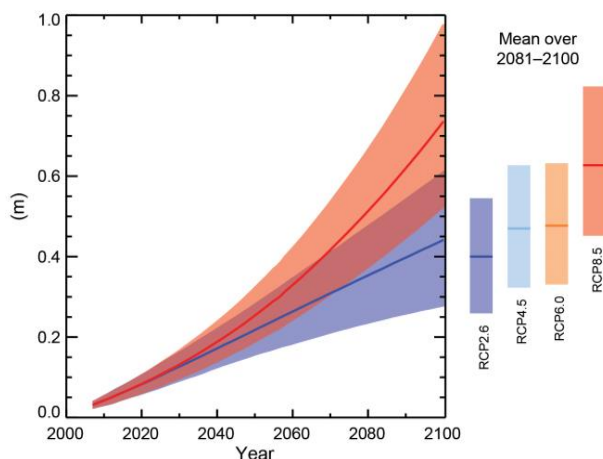


Figure 9 Les projections de l'élévation du niveau moyen de la mer sur le 21ème siècle par rapport à la période (1986-2005)

L'évolution sur le 21^{ème} siècle de la concentration moyenne de GES dans l'atmosphère est très variable. A l'horizon 2100, elle se situerait entre 430 ppm (RCP 2.6 : scénario le plus optimiste) et 1230 ppm (RCP 8.5 : scénario le plus optimiste).

A l'horizon 2030, la concentration de GES attendue serait très comparable pour l'ensemble des scénarios socio-économique, voisine de 460 ppm, soit une augmentation voisine de 25 % par rapport à l'an 2000 (370 ppm).

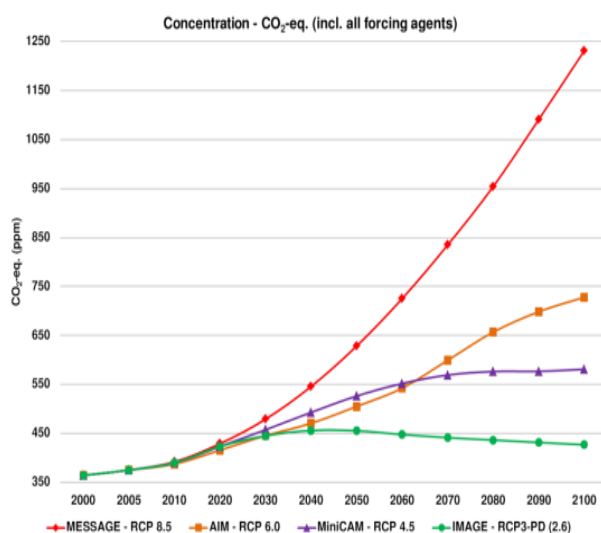


Figure 10 Evolution sur le 21ème siècle de la concentration de GES en CO2-équivalent

2.2- Projections de changements climatiques au niveau de la région méditerranéenne

La méditerranée¹¹ serait l'une des régions du monde qui accuserait l'augmentation de la température la plus importante. Cette augmentation serait accompagnée d'une variabilité plus marquée à savoir une fréquence plus accrue de vagues de chaleur. A l'échéance 2100, la valeur la plus probable de l'augmentation de la température moyenne annuelle serait de l'ordre de 3,5°C. Cette augmentation serait très contrastée entre les saisons, de 2,6 °C durant l'hiver, elle atteindrait les 4,1 °C durant l'été (fig. 11).

Au niveau des précipitations, on s'attendrait à une baisse modérée des volumes moyens annuels pouvant toutefois atteindre, voire dépasser les 30% pour certaines régions. La valeur la plus probable de la diminution des précipitations serait de (-12%). Cette diminution serait,

¹¹ 4^{ème} rapport du GIEC [GIEC, WGI: the Physical science basis, 2007] et plus particulièrement le chapitre 11 "RegionalClimate Projection". Pour la région méditerranéenne, les évaluations du GIEC sont basées sur les résultats du projet PRUDENCE qui implique plus de 20 Groupes de recherche européens. De plus amples informations sont disponibles [Christensen et al. 2007] et [Déqué et al, 2005] ainsi qu'au site (<http://prudence.dmi.dk>)

dans ce cas également, très contrastée entre les saisons, de (- 6%) durant l'hiver, elle chuterait à (-24 %) durant l'été (fig. 11).

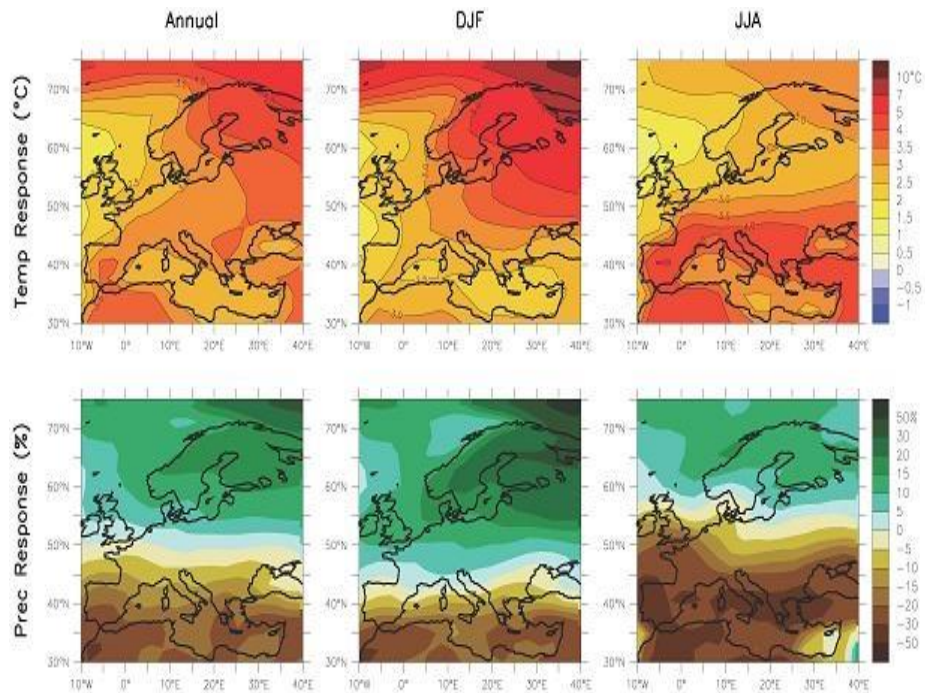


Figure 11 Région Méditerranéenne : Evolution attendue de la température et des précipitations à l'horizon 2100 selon le scénario A1B

Source : GIEC, 2007 : 4ème rapport d'évaluation

Des simulations plus récentes (http://www.pem-consult.de/media/pdf/Presentation_PNC.pdf) présentées dans le cadre de la préparation du Plan National Climat (PNC), mettent en exergue la difficulté de faire des projections sur la région méditerranéenne

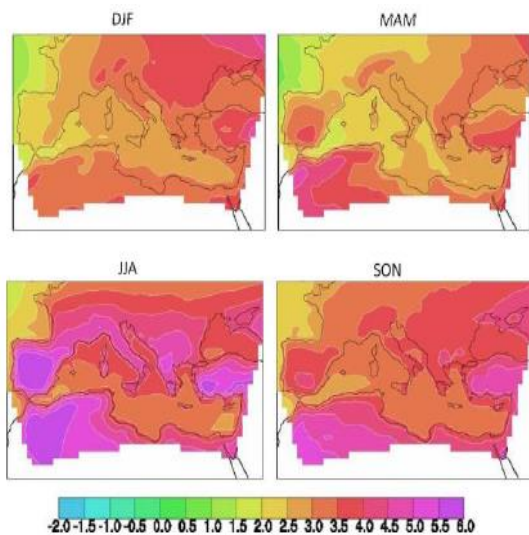


Figure 12 Evolution attendue des projections des moyennes de températures (2071-2100, 1961-1990)

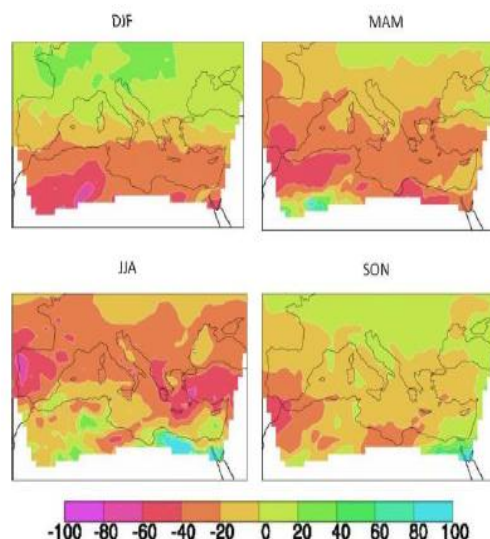


Figure 13 Evolution attendue des projections des moyennes des précipitations (2071-2100, 1961-1990)

DJF : Décembre-Janvier-Février ; **JJA** : Juin-Juillet-Aout ; **MAM** : Mars-Avril-Mai ; **SON** : Septembre-Octobre-Novembre.

Ainsi, les figures 12 et 13 permettent de mettre en relief :

- une augmentation de la température, plus marquée durant l'Automne et l'Hiver ;

- Une évolution contrastée des précipitations avec une tendance à l'augmentation en Eté et en Automne et une diminution en Hiver et au Printemps.

Il y a lieu de noter par ailleurs la difficulté de cerner une tendance pour les précipitations, surtout durant l'Eté et dans les régions semi-arides à arides, où les quantités sont très faibles.

III.3- Projections des changements climatiques au niveau de l'Algérie

Pour cette étude, nous avons opté pour l'horizon 2030. Ce choix se veut réaliste et pratique notamment pour ce qui concerne la fiabilité des projections concernant l'évolution future du climat, etc. Pour ce faire, nous nous sommes référés à la communication nationale de l'Algérie au titre de la CCNUCC (République Algérienne, 2001). Le choix s'est porté sur les deux modèles UKHI¹² et ECHAM3TR¹³ qui reproduisent le mieux les caractéristiques du climat algérien. Sur la base des résultats des modèles globaux ci-dessus cités, la projection de CC au niveau régional a été réalisée à l'aide d'un modèle couplé MAGICC¹⁴-SCENGEN. Les projections de CC sur l'Algérie, à l'échéance 2030¹⁵ et du modèle UKHI figurent dans le tableau qui suit.

Tableau 8 Projection de précipitations à l'horizon 2100 selon le scénario IS92a

	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Température en °C				
Scénario bas	1	0.75	1	1
Scénario haut	1,5	1	1,3	1,4
Pluviométrie (Diminution en %)				
Scénario bas	8	10	7	11
Scénario haut	11	16	13	16

Source : Communication nationale de l'Algérie, 2001

Globalement, on constate que l'augmentation de la température serait plus marquée durant la période de l'Eté-automne alors que les diminutions des précipitations demeurent relativement faibles, de l'ordre de 10 %.

Concernant l'élévation attendue du niveau de la mer ainsi que l'évolution de la concentration moyenne de GES dans l'atmosphère, il n'y a pas d'étude spécifique réalisée au niveau de l'Algérie. Pour cela, nous nous sommes référés au 5ème Rapport d'évaluation du GIEC et nous avons transposé les résultats obtenus au niveau global à l'échelle de l'Algérie.

III.4- Scénario de changements climatiques pour l'Algérie

Le tableau suivant, relatif à un scénario de changements climatiques attendus sur l'Algérie à l'horizon 2030, a été établi sur la base des informations disponibles et moyennant un jugement d'expert. Ce scénario représente simplement et uniquement une vision à long terme de l'évolution du climat futur algérien.

¹²Modèle UKHI (United Kingdom Meteorological Office High Resolution).

¹³ Le modèle ECHAM3TR a été développé en 1995 par l'Institut Max Planck (Allemagne)

¹⁴ Model for the Assessment of GHG Induced Climate Change: élaboré par l'Université de Norwich

¹⁵ Les projections ont été initialement réalisées aux horizons 2020 et 2050. Pour évaluer les projections en 2030 nous avons supposé que l'évolution est linéaire

Tableau 9 Scénario de changements climatiques sur l'Algérie à l'horizon 2030

Facteurs ou composantes du climat	Changements attendus à l'horizon 2030	Remarques
Température		
moyenne	Entre 0,9 et 1,3 °C (allant de 0,75 à 1,5 °C)	Tendance à la hausse de la température confirmée par l'ensemble des modèles.
variabilité	Augmentation de la fréquence des vagues de chaleur difficile à quantifier	Une plus grande variabilité se traduisant par plus de jours chauds est difficile à quantifier.
saisonnalité	Voir tableau	
Pluviométrie		
moyenne	Une diminution entre 9 et 14 % (allant de 7 à 16 %)	La diminution des précipitations est faible et difficile à dissocier de la variabilité naturelle.
variabilité	Difficile à quantifier	Une plus grande variabilité de la pluviométrie est confirmée mais difficile à quantifier.
saisonnalité	Voir tableau	
Extrêmes		
Episodes sèches	Augmentation de la fréquence de 10 %	L'augmentation de la fréquence des extrêmes est probablement l'aléa climatique le plus influent sur la biodiversité.
Episodes humides	Augmentation de la fréquence de 10 %	Malencontreusement, c'est l'aléa qui est le plus difficile à quantifier.
tempête	Difficile à quantifier	
Feux de forêts	Difficile à quantifier	
Elévation du niveau de la mer	+ 13 cm par rapport à la période (1986-2005).	Evaluation basée uniquement sur des données au niveau global
Augmentation de la concentration de GES dans l'atmosphère	Une concentration de 460 ppm en 2030, soit une augmentation voisine de 25 % par rapport à l'an 2000 (370 ppm)	Evaluation basée uniquement sur des données au niveau global.

IV- CHANGEMENTS CLIMATIQUES & BIODIVERSITE: APPROCHE

En se référant à la CDB, les liens entre la biodiversité et les changements climatiques vont dans les deux sens :

- La biodiversité est menacée par les CCs d'origine humaine,
- parallèlement, les ressources de la biodiversité sont susceptibles d'atténuer les impacts des CCs sur les populations et les écosystèmes.

IV.1- Changements climatiques & biodiversité : cadre conceptuel

Le lien entre les CCs & la biodiversité est à la fois nouveau et complexe. Vu la nouveauté et la complexité de cette question, une meilleure évaluation de la vulnérabilité de la biodiversité aux CCs requiert un cadre unifié pour coordonner les activités dans ce domaine. Le cadre conceptuel qui suit relie explicitement :

- les différentes composantes de la vulnérabilité biotique ;
- les facteurs régionaux qui déterminent l'exposition aux CCs ;
- le potentiel de réponses à la fois évolutif et écologiques ;
- la résilience et la gestion active des écosystèmes pour atténuer les impacts attendus.

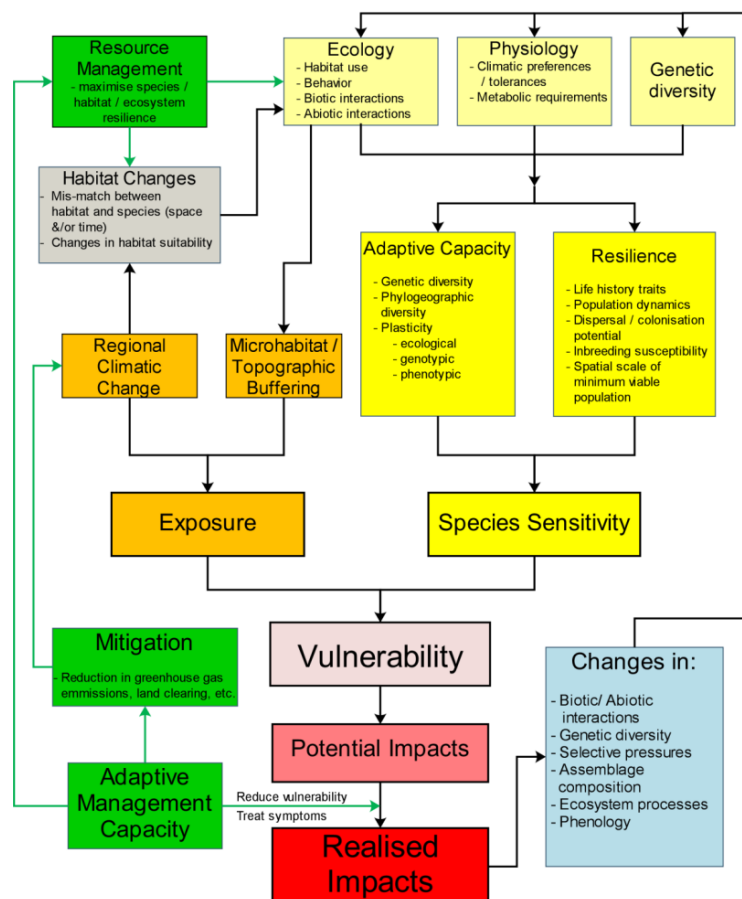


Figure 14 Cadre conceptuel pour représenter la liaison Changements climatiques & biodiversité
Source: Williams et al., 2008

Ce cadre conceptuel permet également de faire un lien fonctionnel entre la biodiversité et les CCs à travers le positionnement de la vulnérabilité ainsi que des impacts dus aux CCs dans un cadre général interactif de la biodiversité. De même, il intègre également l'atténuation des

émissions de GES et l'adaptation aux CCs dans un contexte de gestion durable des ressources biologiques.

La figure précédente a introduit également de nouvelles notions en relation avec l'interaction à double sens entre la biodiversité et les CCs qu'il y a lieu d'explicitier et de mieux étayer.

Ainsi, la **sensibilité/sensitivité** d'une espèce aux conditions climatiques serait déterminée par des facteurs intrinsèques, comprenant les limites physiologiques de tolérance, les caractéristiques écologiques (par exemple le comportement), et la diversité génétique. De même, la sensibilité d'une espèce sera modulée par la résilience de son écosystème ainsi que ses capacités d'adaptation propre. Certains traits qui régissent la sensibilité seront plus facilement définissables que d'autres. Ainsi, les informations sur les caractéristiques écologiques pertinentes tels que la reproduction sont généralement disponibles pour un large éventail de taxons et peuvent être directement intégrées dans les évaluations de la vulnérabilité (McKinney ML, 1997). En revanche, pour la plupart des organismes il y a peu d'informations sur les tolérances physiologiques et la diversité génétique. Pour ces traits, la meilleure approche serait de faire des estimations fondées sur les meilleures connaissances écologiques disponibles pour des espèces étroitement apparentées (Chown SL, Gaston KJ, 2008).

Quant à **la résilience d'une espèce**, elle se définit par sa capacité à survivre et à se remettre d'une perturbation. Les facteurs susceptibles de favoriser la résilience d'une espèce et de réduire le risque d'extinction comprennent notamment le taux de reproduction élevé ainsi que les courtes durées de vie (McKinney ML, 1997). Généralement, les espèces de grandes tailles ont tendance à être résistantes à l'extinction.. Par ailleurs, la nécessité pour une espèce de disposer d'un grand espace géographique peut lui être défavorable dans la mesure où ils réduisent la probabilité de maintenir une taille de population viable dans de petits refuges dans des zones tampons. Enfin, la capacité de dispersion de l'espèce, dans et entre les habitats, pour bénéficier du climat propice à son développement, dépendrait à la fois des taux de reproduction ainsi que de la capacité de dispersion (Fjerdingstad E et al., 2007).

La **capacité d'adaptation** propre dans son sens le plus large englobe d'une part, des changements évolutifs et une flexibilité aux réponses écologiques et d'autre part, les capacités de gérer, s'adapter et minimiser les impacts. Tous les organismes sont supposés disposer d'une certaine capacité intrinsèque pour s'adapter aux changements dans les conditions environnantes. Ceci peut être réalisé à travers des éléments écologiques (physiologique et/ou flexibilité comportementale) ou par une adaptation évolutive (une sélection naturelle). La capacité d'adaptation aux évolutions représente probablement le caractère le plus difficile à quantifier pour de nombreuses espèces.

IV.2- Changements climatiques: la grande menace pour la biodiversité

L'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EM) est un programme d'envergure internationale de quatre ans destiné à répondre aux besoins des décideurs en matière d'information scientifique relative aux liens entre changements au niveau des écosystèmes, et bien-être de l'homme. Il a été initié par le Secrétaire général de l'ONU, Kofi Annan en juin 2001. Le premier produit de l'EM est un cadre conceptuel qui définit les facteurs de changements pour la biodiversité biologique qui sont déterminants pour les services fournis

par les écosystèmes et le bien être humain et la réduction de la pauvreté. Ce cadre est pleinement compatible avec l'approche par écosystème de la CDB.

Il y a lieu de distinguer entre les facteurs de changements directs et indirects¹⁶. De même, certains facteurs appelés « endogènes » sont susceptibles d'être influencés par des acteurs en revanche, d'autres appelés « exogène » sont en dehors de l'influence des acteurs et/ou décideurs. Par ailleurs, un facteur de changement peut varier dans son fonctionnement de l'échelle locale à l'échelle mondiale et peut agir à des échelles temporelles différentes.

Les facteurs de changement directs sont :

- Changements dans l'occupation/utilisation des sols au niveau local ;
- Introduction ou soustraction d'espèces ;
- Adaptation et utilisation de la technologie ;
- Apport extérieur (par ex. utilisation des fertilisants, contrôle des animaux nuisibles, irrigation) ;
- Consommation de la récolte et des ressources ;
- Changements climatiques ;
- Facteurs naturels physiques et biologiques (par ex. volcan, évolution) non influencés.

Tandis que, les facteurs de changement indirects sont :

- Démographiques ;
- Economiques (mondialisation, commerce, marché et cadre politique) ;
- Socio-politiques (cadre de gouvernance, institutionnel et juridique) ;
- Scientifiques et technologiques ;
- Culturels et religieux (choix de la nature et de la quantité de la consommation).

Le graphique qui suit permet de mieux appréhender ces facteurs de changements et leur impacts sur la biodiversité : i) d'une part durant le dernier siècle et ii) d'autre part la tendance actuelle et dans le proche futur

¹⁶ Dans l'EM, un « facteur de changement » est tout élément qui modifie un aspect de l'écosystème. Un facteur direct influence de manière non équivoque les processus de l'écosystème et peut par conséquent être identifié et mesuré avec divers degrés de précision. En revanche, un facteur indirect fonctionne de manière plus diffuse en changeant souvent un ou plusieurs facteurs directs, et son influence est établie par la compréhension de son effet sur un facteur direct.

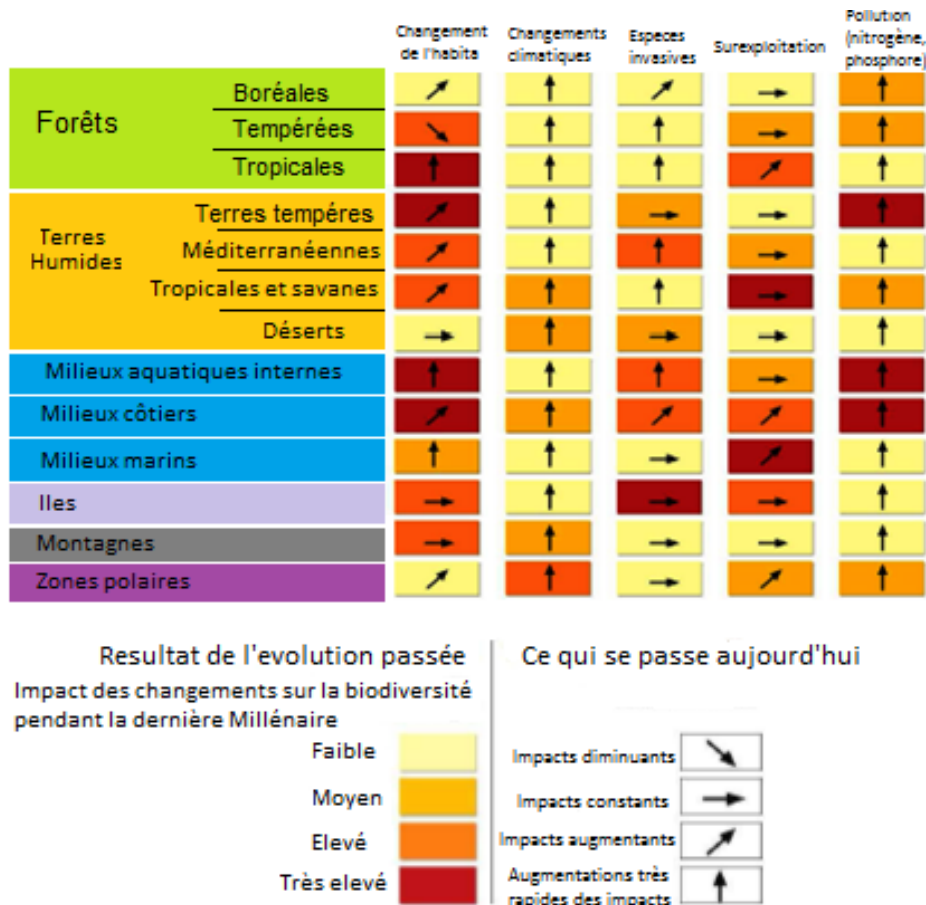


Figure 15 Changements observés dans la biodiversité mondiale
 Source : Evaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EM)

Le diagramme présente une évaluation qualitative des impacts des facteurs de changements sur la biodiversité mondiale durant le siècle passé selon quatre classes "faible", "modéré", "important" et "très important". A cette évaluation quantitative sur le dernier siècle est associée la tendance actuelle de ces impacts sur la biodiversité quantifiée en quatre classes : i) impact décroissant, ii) impact continu ; iii) impact croissant et iv) impact à croissance très rapide.

Cette évaluation de la biodiversité biologique montre que le changement d'habitat a été le facteur déterminant dans l'évolution de la biodiversité mondiale durant le dernier siècle. Ce constat concerne en particulier : les écosystèmes des forêts tropicales, ii) ceux des zones humides intérieures, iii) ceux des prairies et des zones sèches tempérées et iv) ceux des zones côtières. Les CCs se classent comme étant le second facteur déterminant qui influe directement sur les écosystèmes.

Ce qui caractérise les CCs en tant que facteur de changement c'est sa tendance actuelle à avoir des impacts à croissance très rapide. Ceci confirme l'intérêt accordé aux impacts des CCs sur la biodiversité.

IV.3- Vulnérabilité d'un écosystème aux changements climatiques

Les multiples composantes des CCs sont susceptibles d'affecter les divers niveaux de la biodiversité allant de l'organisme jusqu'aux biomes (Parmesan, 2006). La figure qui suit traduit cette liaison au sens large.

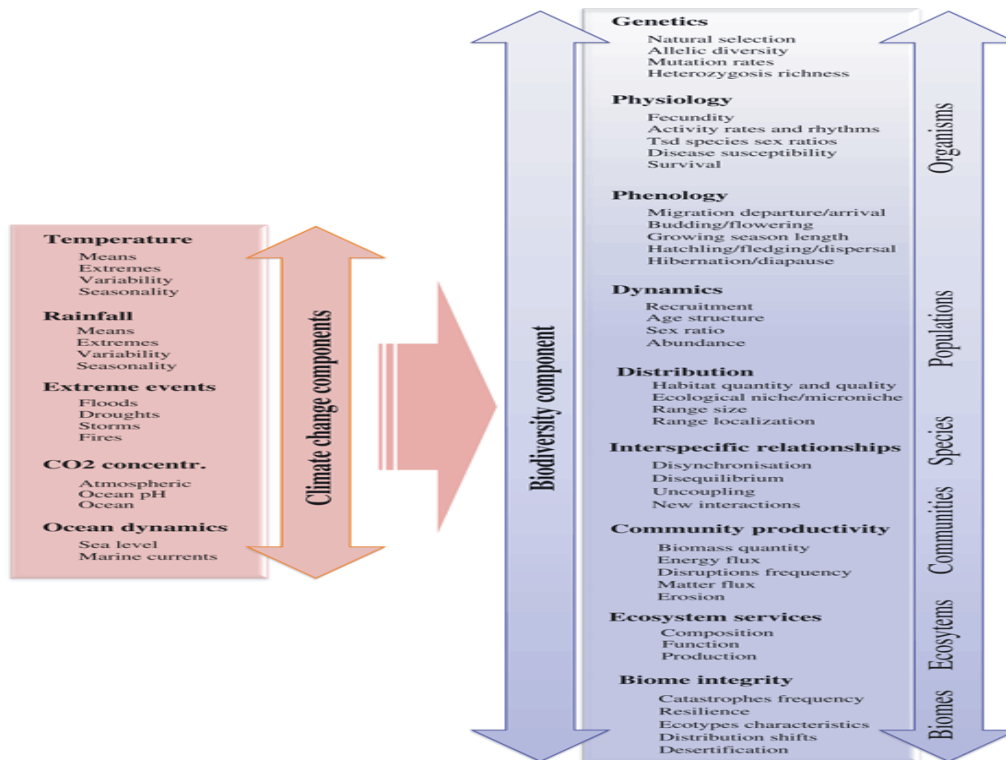


Figure 16 Les principales composantes des changements climatiques liés avec les différents niveaux de la biodiversité
Source: Bellard et al., 2012

En s’inspirant de cette figure, tout en adoptant une approche simplificatrice, nous avons élaboré la matrice suivante qui résume l’interaction des principales composantes des CCs avec les différents niveaux de la biodiversité. Cette matrice croisée permet d’évaluer la vulnérabilité aux CCs d’un écosystème en termes de biodiversité, sur la base :

- des meilleures données/informations disponibles ;
- d’un jugement d’expert.

Tableau 10 Evaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques d’un écosystème en termes de biodiversité

	Température (moyenne, variabilité, extrêmes)	Précipitations (moyenne, variabilité, extrêmes)	Extrêmes (épisodes sèches et humides, feux de forêts)	Elévation du niveau de la mer
Dynamique				
Distribution				
Relation/compétition entre espèces				
Productivité communautaire				
Services écosystémiques				

La représentation du niveau de vulnérabilité se fera à l’aide d’une grille de couleur qui se résume comme suit :

	Peu vulnérable		Moyennement vulnérable		Très vulnérable
--	----------------	--	------------------------	--	-----------------

L’élévation du niveau de la mer serait a priori un facteur qui interviendrait uniquement au niveau des écosystèmes marins et côtiers ainsi que des zones humides côtières.

L'Augmentation attendu de la concentration de GES dans l'atmosphère pourrait intervenir au niveau des écosystèmes forestiers, montagneux et agricoles. Cependant, faute de données et d'informations disponibles sur le degré de vulnérabilité de ces écosystèmes à ce facteur, nous l'avons retiré de notre analyse.

IV.4- Vulnérabilité d'une espèce aux changements climatiques

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) définit la vulnérabilité comme étant :

« Le degré avec lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de l'évolution et de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation »

Ainsi, les espèces à aires de répartition climatiques limitées et/ou à besoins spécifiques en matière d'habitat sont généralement les plus vulnérables. Dans nombre de régions montagneuses, des espèces endémiques ayant des besoins spécifiques en matière d'habitats risquent de disparaître si elles ne peuvent pas se déplacer en altitude. Les biotes spécifiquement insulaires sont confrontés à des problèmes similaires. En outre, les biotes ayant des caractéristiques physiologiques ou phonologiques particulières (par exemple, des biotes pour lesquels la détermination du sexe dépend de la température, comme dans le cas des tortues de mer et des crocodiles, les amphibiens à la peau et aux œufs perméables) seraient particulièrement vulnérables.

La vulnérabilité aux CCs adaptée à la biodiversité se définit comme étant une fonction de la sensibilité des espèces conjuguée à leur exposition aux CCs. Elle est modulée par le potentiel d'adaptation propre de l'espèce (écologique et évolutive) ainsi que la résilience de l'espèce.

En se référant à la figure 16, la vulnérabilité aux CCs au sens large adaptée à la vulnérabilité d'une espèce biologiques aux CCs se définirait comme étant une fonction de :

- son exposition
 - aux CCs attendus
 - modulé par les capacités de protection des micros habitat notamment en zone tampon
- la sensibilité/sensibilité de l'espèce à travers
 - ses capacités propres d'adaptation,
 - sa résilience.

En référence à ce cadre conceptuel, la matrice qui suit permet d'évaluer, sur la base d'un jugement d'experts, la vulnérabilité aux CCs d'une espèce biologique donnée.

Tableau 11 Evaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques d'une espèce biologique

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères
Sensibilité/sensitivité	
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique : Le processus historique responsable de la distribution géographique actuelle ▪ Plasticité phénologique/phénotypique : la capacité d'un

	organisme à réagir à un changement dans son environnement à travers une adaptation de forme, d'état, de mouvement, ou de taux d'activité.
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ échelle spatiale d'une population minimale viable
Exposition	
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espèce thermophile : tolérance à une variation de la température ▪ degré d'exposition à une variation d'une précipitation ▪ degré d'exposition à une fréquence plus accrue (+10%) d'épisodes secs & pluvieux ▪ degré d'exposition à une élévation du niveau de la mer (concerne uniquement les zones humides côtières et les écosystèmes marins et littoraux)
Habitat/micro-habitat/Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ utilisation écologique de l'habitat ▪ interactions biotiques et abiotiques ▪ inadéquation entre l'habitat et les espèces ▪ changement de l'adaptabilité de l'habitat

Sensibilité/Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

La vulnérabilité aux CCs est la conjugaison de deux composantes qui s'opposent dans leur fonctionnement :

- L'exposition aux CCs qui sera évaluée en fonction du nombre de (+)
- la sensibilité/sensitivité (qui constitue une capacité de se prémunir de l'exposition) qui sera évaluée en fonction du nombre de (-)

Si la somme totale est des (+) : l'espèce est vulnérable aux CCs car son exposition est supérieure à sa capacité de se prémunir à cette exposition et vice versa pour une espèce qui n'est pas vulnérable.

IV.5- Impacts attendus des changements climatiques sur la biodiversité

Le risque d'extinction pour certaines espèces augmente lorsque les aires de répartition sont limitées, et que les habitats et les populations diminuent. À l'opposé, pour des espèces bénéficiant d'aires de répartition non fragmentées et étendues, de mécanismes de dispersion rapides, et de larges populations, le risque d'extinction est moins important. Le risque d'extinction augmenterait également pour de nombreuses espèces, notamment celles déjà menacées en raison de facteurs tels que des populations peu nombreuses, des habitats limités ou fragmentés, des fourchettes climatiques limitées ou un environnement situé sur des îles de faible élévation ou près du sommet des montagnes. De nombreuses espèces et populations animales sont déjà menacées, et cette tendance devrait s'accroître sous l'effet conjugué des CCs qui rendront une partie des habitats inutilisables et des changements d'affectation des terres qui fragmentent les habitats et créent des obstacles aux migrations des espèces. Dans certains cas particuliers, certaines espèces menacées devraient bénéficier d'une amélioration

des habitats (les poissons d'eau chaude dans les lacs peu profonds dans les régions tempérées, etc.), ce qui diminuerait leur vulnérabilité.

Les impacts possibles des CCs qui peuvent se produire à l'échelle de l'individu, d'une population, d'une espèce, des communautés, des écosystèmes et des biomes, montrent notamment que les espèces peuvent répondre aux défis des CCs en déplaçant leur niche climatique sur trois axes non exclusifs: i) le temps (par exemple, phénologie), ii) l'espace (par exemple, gamme) et iii) personnel (par exemple, physiologie).

La conjugaison de l'exposition et la sensibilité permettra de déterminer la vulnérabilité des espèces et par suite guider l'évaluation des impacts potentiels sur l'espèce / habitat / processus en question.

A l'aide de la matrice croisée qui suit, on procédera sur la base d'un jugement d'expert, à l'évaluation des impacts attendus des CCs sur les principales espèces biologiques vulnérables aux CCs.

Tableau 12 Impacts attendus des changements climatiques sur une espèce

	Température	Précipitation	Extrêmes	Elévation du niveau de la mer (uniquement les écosystèmes marins et côtiers)
Impacts directs				
Changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance				
Changement dans la chaîne alimentaire (trophique)				
Impacts indirects				
Changement dans l'abondance et de la compétitivité de l'espèce				
Changement dans la structure et les fonctions des écosystèmes				

Degré de changement :

	Faible		Moyen		Fort
--	--------	--	-------	--	------

IV.6- Un Exercice exploratoire

Quelques connaissances cumulées

Les Conséquences attendues des CCs sur la composante en espèces de la biodiversité comprennent notamment :

- des changements dans la distribution,
- une augmentation des taux d'extinction,
- des changements dans les cycles de reproduction, et
- des changements dans la longueur des saisons de croissance des plantes.

L'exposition au risque de CCs va dépendre :

- D'une part, du changement de climat observé réellement au niveau régional et local ainsi que ses conséquences sur les organismes et les espèces,
- Et d'autre part, du niveau de protection que certains micros habitats tampons peuvent fournir en termes de réduction de l'exposition.

Ainsi, au niveau le plus élémentaire de la biodiversité, les CCs sont en mesure de réduire la diversité génétique des populations en raison d'une sélection directionnelle et d'une migration rapide. Ceci est de nature à affecter le fonctionnement des écosystèmes et leurs résiliences (Botkin et al. 2007, Meyers & Bull, 2002).

Selon la littérature scientifique, Il est maintenant prouvé que l'adaptation a eu lieu pour certaines variétés d'espèces en réponse à des CCs survenues durant des périodes relativement courtes (Bradshaw WE, Holzapfel CM, 2006). Cependant, ceci n'est probablement pas le cas pour la majorité des espèces.

En effet, une espèce peut se protéger d'un changement dans le climat par le biais d'un habitat faisant fonction d'abris antithermique ou également par le biais d'une adaptation comportementale permettant d'ajuster la température du corps. Le micro habitat est probablement une mesure de protection peu considérée dans le domaine de l'évaluation de la vulnérabilité aux CCs alors qu'il peut réellement agir en tant que facteur modérateur (Kennedy, 1997).

Au niveau écosystémique, la capacité de gestion adaptative est à même de réduire la vulnérabilité, d'atténuer les impacts, de limiter l'exposition régionale, tandis que l'amélioration de la résilience à travers une meilleure gestion des ressources et la création de zones tampons est de nature à atténuer d'autres types de menaces.

Une connaissance encore fragmentaire et incomplète

Au niveau scientifique, des modèles mécanistes qui intègrent les tolérances physiologiques et les contraintes énergétiques des espèces, sont en cours de développement et pas encore à même de fournir des prédictions spatiales sur la manière dont les espèces réagiront aux changements du climat régional. Par ailleurs, ces modèles mécanistes ne pourront être robustes et fiables que s'ils sont couplés à des modèles de circulation générale de l'atmosphère dont la résolution spatiale serait proche de celle des organismes. Ainsi, notre connaissance est encore limitée en ce qui concerne:

- la compréhension mécaniste des facteurs qui limitent actuellement la distribution des espèces (Kearney M, Porter WP, 2004),
- la manière dont les organismes ajustent leurs expositions aux conditions extrêmes du climat à l'échelle du micro-habitat. Cette connaissance serait fondamentale pour la compréhension du comportement probable de l'espèce dans des conditions d'un climat changeant.

L'opportunité de cet exercice exploratoire

La prévision de la réponse de la biodiversité aux CCs est encore un domaine de recherche (Dillon *et al.* 2010 ; Gilman *et al.* 2010 ; Pereira *et al.* 2010 ; Salamin *et al.* 2010 ; Beaumont *et al.* 2011 ; Dawson *et al.* 2011 ; McMahan *et al.* 2011). Ces prévisions/prédictions jouent un rôle important dans l'alerte des scientifiques et des décideurs sur les risques futurs potentiels. Elles fournissent également un moyen pour éventuellement confirmer l'attribution de changements biologiques aux CCs et peuvent ainsi appuyer le développement de stratégies proactives afin de réduire les impacts des CCs sur la biodiversité (Pereira *et al.* 2010 ; Parmesan *et al.* 2011).

Aussi, malgré une connaissance encore fragmentaire et incomplète des différents aspects en relation avec la biodiversité & les CCs, un tel exercice exploratoire présente un intérêt pédagogique certain. De plus il présente l'opportunité de faire une première évaluation qualitative qui permettra:

- d'identifier les espèces qui à priori présentent une vulnérabilité prononcée aux CCs et vice versa celles qui présentent une forte résilience aux aléas climatiques
- d'avoir un premier jugement sur les contributions respectives des actions anthropiques et celles des CCs dans la dégradation actuelle de la biodiversité en Algérie

Les espèces biologiques qui seront prises en compte dans cette analyse seront choisies moyennant les critères suivants :

- Une espèce représentative de l'écosystème (extension géographique, nombre, rôle dans l'écosystème, etc.) ;
- Une espèce présentant un intérêt économique
- Une espèce présentant une sensibilité particulière aux conditions climatiques ;
- Une espèce endémique ;
- Une espèce menacée &/ou quasi menacée selon les critères de l'IUCN.

Cet exercice exploratoire d'évaluation de la vulnérabilité écosystémique et par espèces ainsi que des impacts potentiels des CCs sur une espèce représentative de l'écosystème, présente le mérite d'asseoir les premières bases d'une approche proactive. Ainsi, des initiatives disposant de plus de moyens pourraient conduire des études plus détaillée sur des hot spots particuliers identifiés dans le cadre de cet exercice pionnier.

V- APPROCHE ECOSYSTEMIQUE

L'Algérie s'étend sur une superficie de 2 381 741 km² avec une frange littorale de 1622 km sur la Méditerranée et un étirement du Nord vers le Sud sur près de 2 000 km. Cet important espace abrite de grands ensembles géographiques (montagnes, hauts plateaux, plaines fertiles) ainsi que le désert qui occupe près de 87% de la superficie totale du pays.

V.1- Caractéristiques des écosystèmes algériens

D'un point de vue climatique, cette configuration se traduit par l'existence de quatre étages bioclimatiques sur lesquels l'influence méditerranéenne s'atténue suivant un gradient Nord-Sud (humide, subhumide, semi-aride, aride/saharien). Cette diversité bioclimatologie associé à l'étendue de l'aire géographique de l'Algérie est à l'origine de l'existence d'une diversité taxonomique, écosystémique et paysagère importante. En effet, on dénombre 7 types d'écosystèmes (5^{ème} Rapport National au titre de la CDB). L'atelier du 23 Décembre 2014, relatif à la restitution des résultats préliminaires de cette étude, a ramené le nombre d'écosystèmes à 6 et ce en regroupant les écosystèmes montagneux (humides et arides) et forestiers. Ainsi, pour la suite de l'étude nous considérerons les écosystèmes typiques suivants :

- les écosystèmes marins et côtiers ;
- les écosystèmes des zones humides (incluant les sites Ramsar) ;
- les écosystèmes montagneux/forestiers ;
- les écosystèmes steppiques ;
- les écosystèmes sahariens ;
- les écosystèmes agricoles.

Le graphique suivant relatif aux différentes zones naturelles en Algérie permet de situer visuellement les principaux écosystèmes Algériens.

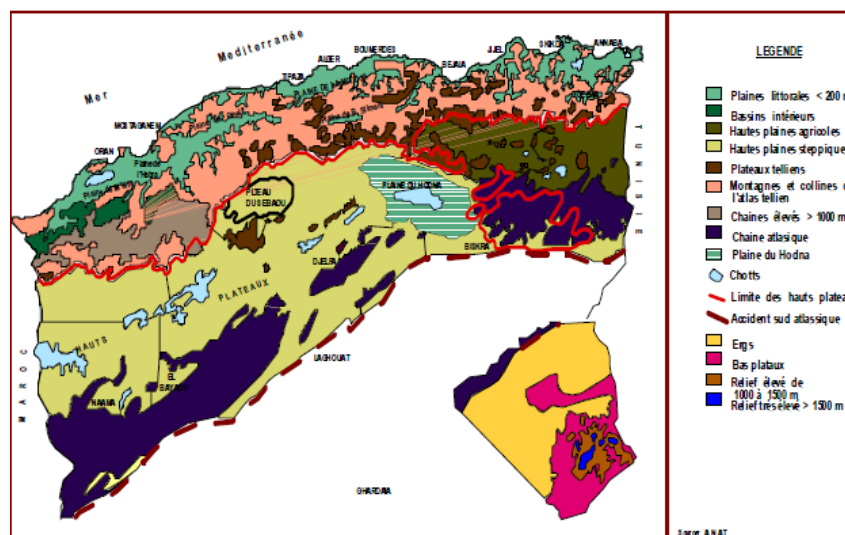


Figure 17 Les différentes zones naturelles en Algérie
Source :le 4^{ème} Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB

En terme de superficie, les écosystèmes sahariens sont largement dominants (87% de la superficie de l'Algérie). Malheureusement, ces larges espaces sont biologiquement peu

productif. Les écosystèmes steppiques mais également montagneux et forestiers sont également importants en termes de superficie.

Les écosystèmes steppiques arides sont marqués quant à eux par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques. ils sont actuellement très dégradés

De par la géographie de l'Algérie, les écosystèmes marins et côtiers sont situés sur la frange littorale au Nord. Ils s'intègrent dans l'un des secteurs phytogéographiques les plus riches néanmoins, leur superficie est relativement faible (0,07 % de la superficie du pays). A l'opposée, les écosystèmes humides s'étendent sur une superficie relativement importante, dont une grande partie néanmoins est représentée par des chotts et des sebkhas, essentiellement salés et abiotiques dans l'essentiel de leur aire

Les écosystèmes agricoles sont essentiellement localisés au niveau des hautes plaines agricoles ainsi que les plaines littorales.

Les écosystèmes montagneux (3,66 %) & forestiers (1,72 %) ne sont pas très étendus mais jouent un rôle important en Algérie en termes de biodiversité.

V.2- Opportunité d'une approche écosystémique

Les écosystèmes sont à l'origine d'une multitude de biens et de services essentiels à l'existence et à la survie des communautés locales. Ainsi, certaines communautés autochtones et rurales sont particulièrement dépendantes de ces biens et services pour leur subsistance. Les denrées alimentaires, les fibres, les combustibles et l'énergie, le fourrage, les produits médicinaux, l'eau potable, l'air, l'atténuation des inondations, la pollinisation, la dissémination des graines, le contrôle des parasites et des maladies, la formation et la gestion des sols, les valeurs culturelles, esthétiques et récréatives, figurent parmi ces biens et services, sans oublier leur rôle critique pour les processus biogéochimiques sous-jacents au fonctionnement des systèmes mondiaux.

La CDB a introduit une nouvelle vision de la biodiversité désormais envisagée en termes de biodiversité ordinaire, ainsi que d'écosystèmes et de réseaux dans lesquels l'homme prend place. La biodiversité comprend ainsi :

- la diversité des espèces (les espèces animales, végétales, les champignons et les bactéries),
- leur diversité génétique (p.ex. les sous-espèces, les variétés ou les races),
- ainsi que la diversité des écosystèmes (p.ex. les forêts et les cours d'eau).

Cette approche par écosystème est considérée comme étant le cadre fondamental dans lequel il y a lieu d'aborder les objectifs de la CDB de façon équilibrée. Cette approche est également préconisée par le PNUE.

L'approche par écosystème est une stratégie de gestion intégrée des terres, des eaux et des ressources vivantes qui favorise la conservation et l'utilisation durable d'une manière équitable. Ainsi, l'adoption d'une telle approche sera de nature à assurer l'équilibre entre les trois objectifs de la CDB qui sont : i) la conservation, ii) l'utilisation durable et iii) le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques. En

outre, l'approche par écosystème a été reconnue par le Sommet mondial pour le développement durable comme étant un instrument important pour accroître le développement durable et l'atténuation de la pauvreté (décision VII-11 de la CDB7).

L'approche par écosystème est participative. Elle exige une optique à long terme, édictée sur un domaine d'étude fondé sur la diversité biologique. Elle nécessite une gestion évolutive, propre à traiter le caractère dynamique des écosystèmes et l'absence de connaissance complète de leur fonctionnement.

Il est à noter que la distinction entre les différents écosystèmes n'est pas aussi évidente dans la mesure où l'on peut trouver un chevauchement entre ces derniers. On observe également une mosaïque de paysages représentant plusieurs écosystèmes à la fois : cas des écosystèmes montagneux humides avec les écosystèmes forestiers ; cas des écosystèmes steppiques arides avec les écosystèmes sahariens. Les écosystèmes agricoles quant à eux peuvent s'intégrer dans différents écosystèmes.

VI- IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ÉCOSYSTEMES STEPPIQUES

Les écosystèmes steppiques se situent entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud. Sur une superficie globale de 20 millions d'hectares, ils sont localisés entre les isohyètes 400 mm/an au Nord et 100 mm/an au Sud. Ils sont subdivisés en deux grands ensembles :

- un premier ensemble couvrant 15 millions d'hectares représentés par une végétation steppique constituant les vraies zones de parcours à vocation pastorale,
- et un second ensemble couvrant 5 millions d'hectares constitués par les cultures (1,1 million Ha), les forêts (1,4 million Ha) et le sol nu, sables et sebkhas (2,5 millions Ha).

Les écosystèmes steppiques se caractérisent par une diversité biologique appréciable, fruit d'une adaptation millénaire aux conditions climatiques particulièrement difficiles inhérentes à ces régions. Ils connaissent une importante régression du couvert végétal ainsi qu'une diminution de la productivité pastorale. Ils sont également soumis à un processus de désertification accentué dont les effets ne manqueront pas de se traduire par une tendance à l'accentuation de l'appauvrissement de la biodiversité de ces régions.

VI.1- Etat des connaissances en matière de vulnérabilités et de menaces

Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales¹⁷ ayant des potentialités pastorales :

- les steppes à alfa (*Stipa tenacissima*) ;
- les steppes à armoise blanche (*Artemisia herba alba*) ;
- les steppes à sparte (*Lygeum spartum*) ;
- les steppes à remt (*Arthrophytum scoparium*) formant des steppes buissonneuses chamaephytiques.

Ainsi, l'Alfa (armoise blanche et sparte) ne représente plus que 14% du total des steppes occidentales alors qu'elles en totalisaient 83 % en 1978. De même, les formations à armoise blanche sont en voie de disparition, moins de 1% au lieu de 8.5 % alors que l'alfa qui occupait 35 % du recouvrement global atteint à peine 9.45 % et ne se cantonne plus que sur les versants (Slimani et al., 2010).

L'essentiel du paysage est occupé par de nouvelles formations issues d'une dynamique de dégradation (*Salsolavermiculata*, *Atractylis serratuloides*, *Noaeamucronata*, *Peganum harmala*) qui s'étendent sur plus de 54 % de la surface totale¹⁸. En revanche, l'éradication des espèces ligneuses, tend à se stabiliser ces dernières années, en raison de la régression du nomadisme et de la généralisation de la bouteille de gaz (Nedjraoui, 2009)

Ainsi, l'écosystème steppique présente une vulnérabilité très importante aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif. Le suivi de la végétation entre 1978 et 2005 a montré une diminution de la richesse floristique de près de 60% (résultats des observatoires maghrébins de ROSELT¹⁹).

¹⁷(Djebaili, 1978 ; URBT, 1974-1991 ; Nedjraoui, 1981 ; Aidous, 1989 ; Le Houerou, 1998, 2000)

¹⁸ Etat de la biodiversité en Algérie, S.Laouar

¹⁹ Initié dès 1994, le Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) regroupe, sur l'ensemble du circum-Sahara, 25 observatoires répartis entre 11 pays en Afrique du Nord, en Afrique de l'Ouest et en Afrique de l'Est. <http://www.oss-online.org/fr/surveillance-environnementale#sthash.sQZdz6Zt.dpuf>

Tableau 13 Taux de changement de la richesse floristique et des habitats dans les observatoires d'Afrique du Nord

Observatoires	Taux de changement
Steppes des hautes plaines (Algérie)	-59,82%
Oued Mired (Maroc)	-38,36
Menzel Habib (Tunisie)	-36,1%

Source :Nedjraoui et al, Roselt/OSS, 2008

La faune domestique steppique est notamment caractérisée par son patrimoine génétique ovin et caprin bien adapté aux conditions climatiques de la région. Le cheptel ovin est évalué à 19 millions de têtes (80% des effectifs nationaux) dont 50% constitué par la race «OuledDjellal». Cette dernière est en phase d'absorber toutes les autres races ovines locales (Hamra, D'men, Barbarine, Rembi, Taadmit).

Ces écosystèmes connaissent une importante régression du couvert végétal qui engendre une diminution de la productivité pastorale. Ils sont également soumis à un processus de désertification accentuée²⁰ qui se traduit par une tendance à l'accentuation de l'appauvrissement de la biodiversité de ces régions (Etat de la biodiversité en Algérie, S. LAOUAR). L'analyse de données récentes met en évidence une forte détérioration (fragmentation) de la structure de ces formations et une tendance à la baisse de leur productivité pastorale (Tableau 14).

Tableau 14 Perte des productions pastorales des parcours

Faciès	Pp (UF/ha) 1978	Pp (UF/ha) 1993
Steppes à Alfa	70 -140	18 -74
Steppes à Armoise blanche	70 - 190	22 -120
Steppes à Sparte	80 - 200	25 -82

VI.2- Vulnérabilité écosystémique

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations se traduisant par une tendance à l'aridité et à la sécheresse. Les dernières décennies ont connu une diminution significative de la pluviosité annuelle (de 17 à 28%), conjuguée à plusieurs années consécutives de sécheresse persistante (Djellouli, Nedjraoui, 1995, Hirche et al, 2007). Ainsi, la vulnérabilité aux CCs des écosystèmes steppiques algériens est perçue à travers une tendance accrue à l'aridité ainsi qu'une variabilité climatique plus marquée. A cette vulnérabilité climatique se superpose l'action malencontreuse de l'Homme (forte croissance démographique, augmentation exponentielle du cheptel et une gestion anthropocentrique des parcours steppiques) qui diminue la résilience de ces écosystèmes aux aléas climatiques.

La vulnérabilité des écosystèmes steppiques algériens aux CCs est évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

²⁰ Près de 600 000 ha de terres sont irrémédiablement désertifiés alors que près de 6 millions ha sont très menacés par les effets de l'érosion. L'érosion hydrique due aux pluies torrentielles, désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité (D. Nedjraoui)

Tableau 15 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes steppiques algériens

	Température	Précipitations	Extrêmes
Dynamique			
Distribution			
Relation/compétition entre espèces			
Productivité communautaire			
Service écosystémique			

La représentation du niveau de vulnérabilité se fera à l'aide d'une grille de couleur qui se résume comme suit :

	Peu vulnérable		Moyennement vulnérable		Très vulnérable
--	----------------	--	------------------------	--	-----------------

L'écosystème steppique est peu vulnérable à une élévation moyenne de la température. En fait, même l'impact d'une fréquence plus accrue de vagues de chaleur demeure relativement limité. En revanche, une variabilité plus marquée des précipitations ainsi qu'une occurrence plus accrue d'épisodes secs et pluvieux sont susceptibles d'avoir des impacts non négligeables en termes d'accentuation de l'érosion hydrique des sols ainsi qu'une aggravation de la désertification à tous les niveaux. Ces impacts seraient plus marqués sur la flore en termes de dynamique et de distribution, plus particulièrement au niveau des 4 formations végétales de base. Au niveau de la productivité, on s'attend à une vulnérabilité directe de la production primaire (pâturage) et secondaire (dérivés du cheptel). En termes de services, l'élevage sera probablement affecté de manière indirecte par les impacts sur la flore. La désertification accrue du milieu diminuera la résilience de l'écosystème et par la même occasion les services potentiels qu'il peut fournir.

VI.3- Vulnérabilité des espèces aux changements climatiques

La vulnérabilité aux CCs d'un ensemble d'espèces biologiques appartenant aux écosystèmes steppiques algériens sera évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

- **Alfa** (*Stipa tenacissima*) :

Tableau 16 Vulnérabilité de l'Alfa aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		0
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique 	L'homogénéité apparente de l'écosystème alfatier cache une grande diversité dans le détail. L'analyse de la liste floristique de cette espèce ainsi que de ses différents groupements et de leurs caractères biologique et chronologique a permis de relever des capacités d'adaptations intéressantes (Kadi - Hanifi, 2003).	---
Résilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de 	La régression de l'espèce <i>Stipa tenacissima</i> L. se manifeste du point de vue biologique par une chamaephytisation. Ceci se traduit par l'apparition d'espèces épineuses dépourvues d'intérêt	-

	colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable	économique et délaissées par le bétail (<i>Astragalus</i> , <i>Attractylis</i> , <i>Carduncellus</i> ...) qui envahissent les steppes à alfa dégradées. De même cette régression de l'espèce se manifeste également par une thérophytisation. Ceci se traduit par l'apparition d'espèces qui produisent beaucoup de graines colonisant rapidement les espaces libres (Kadi - Hanifi, 2003).	
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer	Les facteurs climatiques influent sur la germination et l'établissement d'alfa et d'autres espèces végétales (Belkhiret <i>al.</i> , 2013). Néanmoins, des études plus poussées montrent que cette espèce dispose d'une forte tolérance à une variation de la température et des précipitations.	++
Habitat/micro-habitat/Tampon topographique	▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs	Le manque d'infiltration de l'eau de pluie développe un pédoclimat défavorable à certaines espèces bien que le climat général soit favorable (Kadi - Hanifi, 2003). D'autres études montrent que cette espèce n'a pas de grandes exigences au niveau pédologique.	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

L'Alfa, stipe tenace ou sparte, est une plante herbacée vivace de la famille des poacées. Originaire des régions arides de l'ouest du bassin de la Méditerranée. Elle couvre notamment de vastes zones des hauts plateaux algériens où elle pousse en touffes d'environ un mètre de haut, formant de vastes « nappes ».

En Algérie, on constate actuellement une dégradation graduelle de la flore graminéenne en particulier de l'alfa et du sparte, dans l'ensemble des écosystèmes naturels aride et semi-aride d'où la nécessité de la réintroduction des graminées pérennes pour la réhabilitation des parcours steppiques (Kadi-Hanifi, 2003).

L'alfa présente une forte tolérance à la variation de la température et des précipitations. De même elle dispose de fortes capacités d'adaptation propre. La régression observée des steppes alfatiques est probablement due à la désertification néanmoins, les CCs sont de nature à accentuer cette régression.

- **Armoise blanche** (*artemisia herba alba*)

Tableau 17 Vulnérabilité de l'Armoise blanche aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Éléments qui composent ces critères		4-
Sensibilité/sensitivité			

Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique /phénotypique 	<p>Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides.</p> <p>Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'armoise blanche est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies (Le Floc'h, 1989).</p> <p>La division de la touffe en sous individus autonomes pour l'alimentation hydrique, lui permet de supporter la mort d'une partie de la touffe sans que l'individu disparaisse (Ourcival, 1992).</p>	---
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>Cette espèce se caractérise par une large distribution géographique. Ceci nous amène à penser que des populations d'origines différentes auront, compte-tenu des conditions édapho-bioclimatiques contrastées de leurs milieux d'origine, des comportements phytologiques différents. Ceci se traduit par une grande variabilité concernant le comportement des populations. (Ferchichi <i>et al.</i> 2004)</p>	---
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue (+10%) d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	<p>La variabilité génétique de l'armoise blanche lui confère une tolérance vis-à-vis des conditions écologiques, géographiques et climatiques. De même, ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Par ailleurs, le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau (Ourcival, 1992).</p> <p>la valeur énergétique de l'armoise blanche varie en fonction des saisons.</p>	+
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	<p>Cette espèce est capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur (Floret et Pontannier, 1982). Elle peut également profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire (Ourcival, 1992).</p>	+

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

L'*Artemisia herba-alba* (armoise blanche) se distingue par une large aire de répartition, qui s'étend à tous les pays de Maghreb. L'extension de cette espèce est attribuable, à la dégradation des nappes alfatières (Ferchichi, A., 2004).

C'est l'une des espèces candidates à la reconstitution des écosystèmes pastoraux dégradés en bioclimat méditerranéen est *Artemisia herba-alba* (armoise blanche).

L'armoise herbe blanche est une plante ligneuse basse et toujours verte. Ces caractéristique morphologique et physiologiques font d'elle une espèce bien adapté aux conditions

climatiques arides et disposant d'une forte résilience dans son écosystème. Néanmoins, son habitat se trouve menacé par les activités anthropiques ce qui accentuerait son exposition aux CCs.

- **L'Outarde** (*chlamydotisundulata*) :

Tableau 18 Vulnérabilité de l'Outarde aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		1+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique /phénotypique 	L'Outarde dispose à travers sa plasticité comportementale et physiologique de capacités d'adaptation intéressantes. Cette plasticité leur permet d'ajuster ses efforts de recherche alimentaire selon les stocks de ressources trophiques disponibles (Millon <i>et al.</i> 2009).La variation saisonnière de son régime semble reflète la variation saisonnière de la disponibilité des différents items alimentaires dans le milieu (Hingrat <i>et al.</i> 2007). Cette espèce montre sa plasticité et sa rapide adaptation aux changements de régime et d'activité métabolique (Bourass <i>et al.</i> 2012).	--
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	En dépit de la sécheresse et des conditions climatiques de son air de répartition, qui s'ajoute au braconnage et à la destruction de leurs habitats de prédilection, on observe encore des outardes et/ou les indices de présence, en particulier les traces, les sites de parade des mâles et des nids (Chammen <i>et al.</i> , 2003).	--
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à d'épisodes secs & pluvieux (+10%)? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	En Automne et en Hiver, les Outardes se déplacent vers des zones offrant de meilleures conditions climatiques et des ressources trophiques plus abondantes. Les besoins énergétiques et la quête de nourriture de l'espèce varient selon les saisons en fonction de la disponibilité en ressources alimentaires qui est liée à la variation du climat (Chammen <i>et al.</i> , 2008).	++
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	L'espèce habite les zones steppiques, arides et semi arides, généralement isolées et non habitées par l'homme (Launay <i>et al.</i> ,1997).Des travaux avancés ont révélé que l'outarde, notamment les femelles, organisent des mouvements saisonniers importants et bénéficient d'une fidélité des individus males aux aires d'hivernage et de reproduction d'une année sur l'autre (Hingrat, 2005).	+++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

L'Outarde Houbara (*chlamydotis undulata*), est un oiseau paléarctique de l'ordre des gruiformes qui appartient à la famille des Otididés (Johnsgard, 1991).

Cette espèce dispose de capacités d'adaptation modérées qui se traduit par une bonne résilience dans son écosystème. En parallèle, son habitat est vulnérable aux aléas climatiques. L'Outarde Houbara est actuellement considérée comme une espèce vulnérable (BirdLife International, IUCN, 2005). Dans la mesure où elle est sujette à un braconnage quasi-organisé.

VI-4 Impacts attendus des changements climatiques

On procédera à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV) à l'évaluation, sur la base d'un jugement d'expert, des impacts attendus des CCs sur l'Alfa qui est une espèce représentative de ces écosystèmes.

Tableau 19 Impacts attendus sur l'Alfa

Alfa	Température	Précipitation	Extrêmes
Impacts directs			
Changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance			
Changement dans la chaîne alimentaire (trophique)			
Impacts indirects			
Changement dans l'abondance et de la compétitivité de l'espèce			
Changement dans la structure et les fonctions des écosystèmes			

Degré de changement :

	Faible		Moyen		Fort
--	--------	--	-------	--	------

L'augmentation de la température ainsi qu'une variation modérée dans les précipitations ne semblent pas avoir d'impacts importants directs et/ou indirects sur l'Alfa. En revanche, les épisodes secs prolongés sont susceptibles d'engendrer des changements importants dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance.

Les parcours alfatier jouent un rôle primordial dans l'alimentation du cheptel. L'Alfa représente aussi la matière première de la pâte à papier, de même qu'elle est aussi utilisée par le secteur artisanal. Une diminution de la quantité d'Alfa aurait des conséquences immédiates sur la structure et les fonctions de cet écosystème.

VII- IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES MONTAGNEUX/ FORESTIERS

L'ensemble des massifs, monts, et piémonts tels qu'identifiés et délimités dans le cadre de l'étude²¹ du schéma directeur des zones de montagnes, occupent une superficie de 8 719 077 ha, soit 3,66 % du territoire national. Cet espace couvre près de 3 millions d'hectares de forêts²² et de maquis et une superficie agricole utile de 3,5 millions ha, représentant 43% de la surface agricole utile totale. Les massifs forestiers sont constitués par 7 espèces majeures: Pin d'Alep, Chêne liège, Chêne zen et Afares, Cèdre, Pin maritime, Eucalyptus et Chêne vert.

VII.1- Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et des menaces

Occupant des bioclimats très variés allant de l'étage humide jusqu'à l'étage saharien, les massifs montagneux d'Algérie recèlent une diversité biologique importante. Cependant, outre la vulnérabilité naturelle qui caractérise la forêt méditerranéenne et les formations sub-forestières, la forêt algérienne continue de subir des pressions multiformes affectant significativement ses potentialités biologiques.

Au niveau de la diversité biologique, la flore des hautes montagnes d'Algérie est dans sa quasi-totalité une flore méditerranéenne (Quezel, 1957). Les garrigues montagnardes à xérophytes, constituent un des paysages végétaux parmi les plus répandus. Dans la partie sud, les massifs du Sahara Central se composent de 3 éléments floristiques d'origines biogéographiques différentes : i) saharo-arabique, ii) méditerranéenne confinée aux altitudes supérieures à 1500 m et iii) tropicale localisée dans les oueds et les vallées environnantes (Boucheneb, 2000).

Les massifs montagneux du Nord sont affectés en partie par la dégradation des forêts (incendies, vieillissement...). A cela se conjugue une forte pression pastorale²³ évaluée à 5,5 millions de têtes qui risque d'aggraver la dégradation de ces zones déjà fortement fragilisées. Des études montrent que la charge pastorale est au moins quatre fois supérieure aux capacités d'équilibre (4^{ème} Rapport national de l'Algérie au titre de la CDB).

Outre la vulnérabilité naturelle qui caractérise la forêt méditerranéenne et les formations sub-forestières, la forêt algérienne continue de subir des pressions diverses et répétées réduisant considérablement ses potentialités végétales, hydriques et édaphiques (Khelifi, 2000). Parmi les facteurs de dégradation, il y a lieu de relever: i) les incendies, ii) le surpâturage, iii) les coupes de bois, iv) les défrichements, v) l'érosion

Par ailleurs, la forêt algérienne subit également l'effet de la sécheresse. Le dépérissement du Cèdre de l'Atlas ²⁴ (*Cedrus atlantica*) est un exemple édifiant. La superficie des terres sujettes à l'érosion (zones instable à très instable) étant de 3 423 866 hectares, soit 40% de l'espace montagneux. Les effets de l'érosion se traduisent par des menaces de désertification susceptibles de modifier l'écosystème.

²¹ Etude menée par le Bureau national d'études pour le développement rural (BNEDER)

²² La superficie totale forestière actuelle est estimée à 4,1 millions d'hectares (DGF).

²³ Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité

²⁴ Allen et al., 2009 (drought-induced forest mortality: a global overview reveals emerging climate change risks).

VII.2- Vulnérabilité écosystémique

La vulnérabilité des écosystèmes forestiers montagneux algériens aux CCs s'est évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

Tableau 20 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes montagneux Algériens

	Température		Précipitations		Extrêmes	
Dynamique						
Distribution						
Relation/compétition entre espèces						
Productivité communautaire						
Service écosystémique						

La représentation du niveau de vulnérabilité se fera à l'aide d'une grille de couleur qui se résume comme suit :

	Peu vulnérable		Moyennement vulnérable		Très vulnérable
--	----------------	--	------------------------	--	-----------------

NB : La première colonne correspond au massif montagneux forestier humide alors que la seconde est relative au massif montagneux saharien

Globalement, les massifs montagneux forestiers humides sont plus vulnérables que les massifs montagneux sahariens. Cette vulnérabilité concerne en premier lieu les épisodes secs mais également la température. En effet, les étages floristiques des massifs montagneux forestiers humides ont des exigences spécifiques en termes de température et de taux d'humidité. En dépit d'une flore plus adaptée à l'aridité, les massifs montagneux sahariens sont également sensibles aux épisodes secs et à la température. D'autres contraintes induites par les CCs fragiliseront de manière indirecte les forêts et ce comme la prolifération des parasites et des vecteurs pathogènes qui seront plus actifs du fait d'un environnement plus chaud (prolifération et mobilité). Enfin, l'accentuation du déséquilibre de la charge pastorale conjugué à l'aggravation de l'érosion sera de nature à diminuer la résilience de l'écosystème et par la même occasion augmenter sa vulnérabilité.

Les superficies agricoles, qui représentent 43% de la superficie totale de l'écosystème, regroupent des spéculations agricoles (notamment l'arboriculture à pépins) qui sont particulièrement sensibles à la température, notamment à un minimum de jours de froid.

VII-3 Vulnérabilité des espèces au changement climatique

La vulnérabilité aux CCs d'un ensemble d'espèces biologiques appartenant aux écosystèmes montagneux algériens sera évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

- **Le chêne liège** (*Quercus suber L.*) :

Tableau 21 Vulnérabilité du Chêne Liège aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		1-
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique 	Par son comportement à l'égard des facteurs climatiques, le chêne-liège se place parmi les essences les plus plastiques, aussi bien du point de	---

d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plasticité phonologique /phénotypique 	<p>vue des températures que de la pluviométrie. Il présente également une grande plasticité vis-à-vis de l'altitude, sa limite supérieure étant de 1500m en Algérie (Bekdouche, 2010). A l'état naturel, l'écosystème forestier méditerranéen présentent une grande diversité dans la strate arbustive.</p>	
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>Selon les situations écologiques, la chaîne liège peut accompagner des peuplements de cèdres. (Rhanem, 2010). Phyto-génétiquement, le chêne liège est considéré comme étroitement lié à trois espèces asiatiques de chêne, qui sont toutes à feuilles caduques (Bekdouche, 2010). En outre, les études génétiques suggèrent que l'origine évolutive de l'espèce se situe un peu à l'Est de son aire de répartition actuelle (Lumaret <i>et al.</i>, 2005).</p>	--
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	<p>Du point de vue climatique, le chêne liège est plus méditerranéo-atlantique que méditerranéen. Son absence en Méditerranée orientale est liée à la longueur et à l'intensité de la sécheresse estivale et à l'accroissement de la continentalité d'où une faible tolérance aux épisodes secs prolongés. Sur le climagramme d'Emberger, il se situe dans les variantes chaudes et tempérées des bioclimats méditerranéens humides et subhumides. Les subéraies s'accommodent de précipitations moyennes annuelles pouvant varier de 400 à 2 000 mm (Abd.rahmen 2011). Plus particulièrement, le Chêne liège montre son exigence écologique en lumière, chaleur, humidité et refus des sols calcaires (Bekdouche, 2010).</p>	++
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	<p>Le chêne-liège est une essence calcifuge qui supporte mal les sols très argileux. Les fortes variations climatiques et anthropiques réduisent considérablement la répartition de l'espèce. En Algérie, le Chêne liège domine dans les régions humides, de l'Est d'Alger à la frontière tunisienne. Il s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale où il offre le maximum de son aire de répartition. Dans la partie Ouest, il reste disséminé et constitue des îlots de moindre importance (Bekdouche, 2010).</p>	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le chêne liège (*Quercus suber* L. 1753) est une espèce forestière feuillue autochtone, la plus représentée dans les forêts Algérienne. La subéraie constitue un écosystème d'une importance écologique fondamentale pour l'environnement. Elle présente de nombreux atouts par son intéressante diversité.

En Algérie, les peuplements de chêne liège connaissent une dynamique régressive. Les fortes variations climatiques et anthropiques ont réduit considérablement son aire de répartition. Les causes sont multiples néanmoins, la sécheresse semble avoir joué un rôle important.

Cette espèce dispose de capacités d'adaptation propres modérées associées à une résilience moyenne due à la vulnérabilité de son écosystème. Elle est par suite vulnérable à une variabilité climatique marquée, plus particulièrement à des épisodes secs prolongés et fréquents. De telles pressions climatiques, mais surtout anthropique, se traduisent par des difficultés de régénération et des risques de dépérissement.

- **Sittelle kabyle**

Tableau 22 Vulnérabilité de la Sittelle Kabyle aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique 	L'espèce est sédentaire; elle se nourrit d'arthropodes en été et de graines en hiver. La saison de reproduction a lieu vers mai-juin. Le nid, bâti dans un trou d'arbre, abrite une ponte de trois ou quatre œufs, couvés par la femelle. Les oisillons sont nourris par les deux parents.	-
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>Le régime alimentaire de la Sittelle kabyle varie selon les saisons (BirdLife International, 1976). En été, elle se nourrit principalement d'insectes et d'araignées. L'hiver, la Sittelle kabyle se nourrit alors de graines de conifères qui lui assurent un approvisionnement constant. Pour la défense du territoire, les adultes utilisent un cri chuinté en cas de présence d'un intrus.</p> <p>La répartition actuelle de la Sittelle kabyle semble être limitée aux forêts qui l'abritent. Le morcèlement des populations pourrait indiquer que l'espèce fut autrefois plus répandue, avant que la déforestation ne l'isole dans les petits îlots Jacques (Vielliard, 1976). La découverte en 1989 de la population bien plus importante du parc de Taza montre que l'espèce est moins menacée qu'il n'y paraissait, et que son endémisme ne se limite pas au seul Djebel Babor.</p>	--
Exposition			
Composantes des changements	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des 	La modification de l'aire de distribution des espèces d'oiseaux en Algérie et notamment le sittelle Kabylie s'est restreint suite au réchauffement du climat (Brommer, 2004). Cette espèce vit dans	++

climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - élévation du niveau de la mer	précipitations ? ▪ Tolérance une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer	seulement quatre zones de montagne au Nord-est du pays, en Kabylie, sur moins de 250Km ² . La saison de reproduction varie selon les conditions météorologiques et l'abondance de la nourriture (Vielliar,1976).	
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs	Cet oiseau vit dans les chênaies entre 350 et 1 120 m d'altitude et dans les forêts mixtes de chênes, érables, peupliers et conifères à partir de 2 000 m d'altitude. Il apprécie les forêts humides aux grands arbres offrant des cavités, dont notamment : le Sapin de Numidie, le Cèdre de l'Atlas, le Chêne Afars, le Chêne-liège et le Chêne faginé. L'habitat de la Sittelle kabyle constitue par un trou dans l'arbre est très spécifique à l'espèce et ne peut être confondue avec aucun autre oiseau. Cet oiseau ne possède plus qu'une aire de répartition relictuelle et limitée, menacée par les incendies, l'érosion et l'action humaine.	+++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

La Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*), est une espèce d'oiseaux de la famille des Sittidae. Elle est l'unique espèce d'oiseaux endémique d'Algérie, où elle ne peuple plus que certaines forêts de conifères du nord du pays.

Cette espèce vit dans seulement quatre zones de montagne au Nord-est du pays, en Kabylie, sur moins de 250 km². Elle affectionne les vieilles forêts de chênes, de pins et de Cèdres de l'Atlas, au-delà de 1000 m d'altitude.

La principale menace planant sur la Sittelle kabyle est la destruction de son habitat. Les incendies, notamment, détruisent les anciennes forêts mixtes du haut du mont Babor, qui sont remplacées par des végétations plus pauvres, dominées par les cèdres. Le pâturage du bétail et la déforestation illégale (mont Babor et Tamentout) sont une autre menace pour l'habitat, même dans le parc national de Taza. L'espèce est donc considérée comme « en danger » par l'Union internationale pour la conservation de la nature.

- **Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) :**

Tableau 23 Vulnérabilité du Cèdre de l'Atlas aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Éléments qui composent ces critères		2+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique	Cèdre de l'Atlas présente plusieurs variétés locales, différentes par la taille, l'aspect, et surtout par la couleur, le <i>Cedrus atlantica glauca</i> , d'une couleur	--

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plasticité phonologique /phénotypique 	bleuâtre à turquoise étant peut-être le plus beau et le plus pittoresque. La résilience du cèdre et sa capacité d'adaptation se trouvent diminuées et cela vient s'ajouter à leur sensibilité vis-à-vis des perturbations climatiques (Rhanem, 2010).	
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	D'un point de vue floristique, le Cèdre ne constitue que rarement des peuplements purs. Il est ainsi souvent accompagné de Chêne Vert. Cependant, il arrive qu'il se mêle au Genévrier thurifère pour finalement lui céder entièrement sa place à la faveur des expositions de haute altitude (Rhanem, 2010).	-
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	Le Cèdre de l'Atlas vit et se développe dans des zones montagneuses entre une altitude de 1500 et 2500 m, avec une préférence pour les versants nord et ouest beaucoup plus arrosés. Suite à l'augmentation de la température durant les dernières décennies une migration en altitude de l'espèce a été observée. Sachant que le gradient de la température en altitude et de l'ordre de 0.6°C/100m et tenant compte de la faible tolérance de l'espèce à une variation de la température, cette migration ne se fait pas sans conséquence sur la population ²⁵ (Rhanem, 2010). Le thermo-pluviométrique entre l'Est et l'Ouest et le Nord et le Sud algériens, se traduit par des paliers successifs de Cédraies de caractères écologiques différentes.	+++
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	D'un point de vue lithologique, le cèdre est relativement indifférent à la roche mère et à la nature du sol. A l'exception des substrats très compacts ou superficiels (marnes argiles) où sa croissance est perturbée. Il craint l'hydromorphie, le manque d'aération lui est donc défavorable (Rhanem, 2010).	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le Cèdre de l'Atlas (ou *Cedrus atlantica*) est une espèce d'arbres conifères de la famille des Pinaceae. Il est originaire d'Afrique du Nord; il se trouve en Algérie et au Maroc (dans le moyen Atlas, le Rif et le haut Atlas oriental).

²⁵Le gradient de température dans les plaines est de l'ordre de 0.5 °C pour 100 km de latitude.

Ces faibles capacités d'adaptation propre ainsi que sa résilience limitée conjuguées à une forte exposition aux aléas climatiques font du Cèdre de l'Atlas une espèce vulnérable aux CCs. Cette vulnérabilité se manifeste essentiellement à travers: i) le glissement des étages bioclimatiques algériens vers l'aride et ii) les périodes de sécheresse prolongées. De même, les CCs menacent d'accentuer la déforestation qui contribue à la dégradation de son habitat.

VII-4 Impacts attendus des changements climatiques

On procédera à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV) à l'évaluation, sur la base d'un jugement d'expert, des impacts attendus des CCs sur le Chêne liège qui est une espèce représentative de ces écosystèmes.

Tableau 24 Impacts attendus sur le chêne liège

Chêne liège	Température	Précipitation	Extrêmes
Impacts directs			
Changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance			
Changement dans la chaîne alimentaire (trophique)			
Impacts indirects			
Changement dans l'abondance et de la compétitivité de l'espèce			
Changement dans la structure et les fonctions des écosystèmes			

Degré de changement :

	Faible		Moyen		Fort
--	--------	--	-------	--	------

Des périodes de sécheresse prolongée ainsi qu'une aridité plus marquée, affecteraient de manière significative cette espèce à travers un changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance.

Le liège est un matériau naturel très utile, ayant des propriétés particulières telles que sa faible densité ainsi qu'une bonne isolation thermique. Ainsi, des impacts indirects dus aux CCs sont attendus au niveau de la productivité du bois de liège ainsi que dans la structure et les fonctions de l'écosystème et des services qu'ils procurent.

VIII- IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES DES ZONES HUMIDES

Les zones humides se distribuent dans toutes les régions écologiques et biogéographiques de l'Algérie. Le dernier recensement effectué en 2006 par la DGF a permis de relever l'existence de 1 451 zones humides en Algérie, dont 762 sont naturelles (S. Louar). De même, la DGF a classé 42 sites sur la liste de la Convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale, avec une superficie de près de 3 millions d'hectares, soit 50% de la superficie totale estimée des zones humides. Le classement de 18 autres sites sur la liste est en cours de réalisation (4^{ème} rapport national au titre de la CDB). Néanmoins, il y a lieu de relever une connaissance encore insuffisante des écosystèmes des eaux intérieures, à l'instar des oueds, des barrages (hydro systèmes artificiels), non couverts par la convention de Ramsar²⁶.

VIII.1- Etat de connaissances de la vulnérabilité actuelle et des menaces

En termes de biodiversité, les zones humides intègrent 39 espèces de poissons d'eau douce dont 2 endémiques. La flore est représentée par 784 espèces végétales aquatiques connues. Cette biodiversité est moyennement conservée même s'il y a lieu de relever l'existence de menaces pesantes à moyen terme. Par ailleurs, les zones humides littorales figurent parmi les écosystèmes susceptibles de subir des modifications sensibles sur le plan structurel et fonctionnel du fait des CCs, notamment de l'élévation du niveau de la mer (4^{ème} Rapport national de l'Algérie au titre de la CDB). Enfin, après environ un siècle d'absence du territoire algérien, l'Ibis falcinelle, *Plegadisfalcinellus*, a été retrouvée nicheuse à nouveau du lac Tonga (près d'El-Kala, Wilaya d'El-Taref)²⁷.

VIII.2- Vulnérabilité écosystémique

Les zones humides algériennes sont caractérisées par l'alternance de cycles humides et secs irréguliers. Ils présentent une grande variété dans la composition des espèces vivant dans ces zones et qui forment une communauté adaptée à des degrés divers aux risques d'inondations (Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité).

L'approvisionnement en eau des zones humides est aussi tributaire de celui des barrages en amont et de l'alimentation des nappes souterraines qui communiquent avec elles. Les zones humides côtières, qui sont inondées de manière saisonnière, sont particulièrement sensibles au niveau de la mer.

La vulnérabilité des écosystèmes des zones humides algériens aux CCs est évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

²⁶L'étude intitulée « le cadastre des zones humides », lancée par le MATET, a pour objectif d'allier la conservation des zones humides au développement durable.

²⁷Les premiers indices de nidification, découverts en 2000 par un ingénieur du parc national d'El-Kala, ont été formellement confirmés par des spécialistes algériens en ornithologie.

Tableau 25 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes des zones humides algériens

	Température	Précipitations	Extrêmes	Élévation du niveau de la mer
Dynamique				
Distribution				
Relation/compétition entre espèces				
Productivité communautaire				
Service écosystémique				

La représentation du niveau de vulnérabilité se fera à l'aide d'une grille de couleur qui se résume comme suit :

	Peu vulnérable		Moyennement vulnérable		Très vulnérable
--	----------------	--	------------------------	--	-----------------

Les zones humides sont vulnérables à une augmentation de la température qui est susceptible d'engendrer et/ou d'aggraver l'assèchement partiel de certaines zones humides. L'augmentation de la température, au niveau des lacs d'eau douce, est également susceptible de modifier la biodiversité des espèces en favorisant certaines par rapport à d'autres et l'augmentation du risque d'anoxie au fond des lacs. De même, Des épisodes secs et humides (inondations, sécheresses prolongées) peuvent provoquer des pertes considérables, voire irréversibles de la biodiversité. Les zones humides littorales en particulier, présentent une vulnérabilité liée à l'élévation du niveau de la mer qui menace de perturber le cycle d'inondations saisonnières.

L'écosystème des zones humides présente une forte vulnérabilité écologique aux extrêmes climatiques et à l'élévation accélérée du niveau de la mer. En revanche, l'écosystème présente une productivité et des services limités d'où la faible vulnérabilité à ce niveau.

Aux échéances 2030, le constat global d'une relative stabilité de cet écosystème en termes de biodiversité (4^{ème} rapport National de l'Algérie au titre de la CDB) paraît discutable.

VIII.3- Vulnérabilité des espèces au changement climatique

La vulnérabilité aux CCs d'un ensemble d'espèces biologiques appartenant aux écosystèmes des zones humides algériens sera évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

- **Le Tadorne de Belon :**

Tableau 26 Vulnérabilité de Tadorne de Belon aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique 	Les activités biologiques du tadorne sont sensibles à l'action anthropique et aux aléas du climat. De telles perturbations provoquent sa fuite vers des zones de refuge (Troadek, 2006).	--

Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>Le Tadorne de Belon est répandu de la Scandinavie et des îles Britanniques jusqu'à l'Afrique du Nord et de la Roumanie jusqu'à la Chine à l'est. Il a des foyers d'habitats permanents dans le Caucase notamment en Arménie autour du lac Arpi.</p> <p>La possession d'un territoire est une condition importante pour le succès de la nidification. Elle traduit une relative résilience de l'espèce à un changement du climat.</p>	-
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	<p>Sa principale vulnérabilité concerne sa période d'incubation de 30 jours ou elle présente une relative vulnérabilité et une exposition à des conditions climatiques extrêmes.</p> <p>Par ailleurs, une élévation du niveau de la mer menacerait son habitat et pourrait compromettre sa reproduction.</p>	+++
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	<p>Il peuple les zones humides côtières et continentales avec une prédilection pour les estuaires, les vasières, les lacs saumâtres ou salés. Son nid est placé dans un trou d'arbre, un talus ou un terrier de lapin, voire sous des buissons ou autres.</p> <p>La grande diversité de son habitat est le résultat d'une adaptation aux conditions climatiques (amplitude thermique, gradient de précipitations Est-Ouest), géomorphologiques et géologiques qui caractérisent la diversité de son aire de répartition en Algérie (Seltzer 1946; Emberger 1955).</p>	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le Tadorne de Belon (*Tadorna*) est une espèce d'oiseau appartenant à la famille des anatidés. Il peuple les zones humides côtières et continentales avec une prédilection pour les estuaires, les vasières, les lacs saumâtres ou salés. Le nid est placé dans un trou d'arbre, un talus ou un terrier de lapin, voire sous des buissons ou autres.

Sa principale vulnérabilité concerne sa période d'incubation de 30 jours ou elle présente une relative vulnérabilité et une exposition à des conditions climatiques extrêmes. Ceci étant, le Tadorne de Belon dispose de bonnes capacités d'adaptation propres conjugué à une résilience assuré par son écosystème. Globalement, il est peu vulnérable aux CCs.

- **Flamant rose :**

Tableau 27 Vulnérabilité du Flamant rose aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique ▪ /phénotypique 	<p>Pour se reproduire, les flamants ont besoin d'un îlot entouré d'une eau suffisamment profonde pour décourager les prédateurs terrestres comme le renard ou le sanglier.</p> <p>La nourriture des flamants se compose principalement d'invertébrés aquatiques, ainsi que de leurs larves et œufs. Un grand nombre de taxons est concerné, et on retrouve notamment des crustacés (dont les artémies riches en carotènes, qui contribuent à la coloration rose du plumage), des mollusques, des insectes, des vers, des poissons, etc. (Tourenq <i>et al.</i>, 2001).</p> <p>Sa survie varie aussi en fonction des années, probablement en réponse à la variabilité environnementale et climatique.</p>	--
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>Le Flamant rose présente un comportement nomade qui semble cependant varier fortement selon les classes d'âge et les régions de son aire de répartition (Barbraux <i>et al.</i>, 2003). Ses œufs et ses poussins sont généralement menacés par les attaques de rapaces.</p> <p>Le flamant rose atteint facilement trente ans à l'état sauvage, la reproduction est tardive. Bien que les flamants atteignent leur maturité sexuelle vers 3-4 ans, beaucoup commencent à se reproduire plus tard, jusqu'à une dizaine d'année. Les flamants se reproduisent en vastes colonies pouvant réunir jusqu'à 200 000 couples monogames au cours d'une saison de reproduction.</p>	-
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	<p>Dans la mesure où les CCs attendus prévoient un adoucissement des hivers en Méditerranée, de telles conditions favoriseraient l'hivernage des flamants en France et par la même occasion affecteraient la capacité d'accueil de la région du Maghreb, notamment de l'Algérie (Johnson, 1989).</p> <p>Le flamant rose a un régime alimentaire très spécialisé qui le rend très vulnérable en cas de non disponibilité de la ressource (par exemple lors d'hivers rigoureux). Par ailleurs, une élévation du niveau de la mer menacerait son habitat et pourrait compromettre sa reproduction.</p> <p>Les variations saisonnières et régionales de son régime alimentaire demeurent mal connues.</p>	+++

Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	<p>Les aires de répartition hivernales et de reproduction se chevauchent, l'espèce étant migratrice partielle avec un comportement nomade plus ou moins marqué selon les régions.</p> <p>Le flamant rose est un oiseau côtier lié aux eaux saumâtres : son habitat privilégié est constitué par les lagunes et étangs littoraux, notamment dans les deltas des grands fleuves.</p> <p>Plus particulièrement, les sites qui fournissent les conditions adaptées à la nidification de cet échassier écologiquement spécialisé sont très rares. Il s'agit de vastes zones aux eaux saumâtres peu profondes, dotées d'îlots, riches en nutriments et à l'abri des humains (Johnson and Cézilly, 2007).</p>	++
---	--	--	-----------

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	- -	Moyenne capacité	- - -	Forte capacité
---	-----------------	-----	------------------	-------	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*) est l'espèce de flamant la plus largement répandue. Il constitue une espèce grégaire, vivant en groupes comptant souvent de plusieurs centaines à plusieurs milliers d'individus.

La nourriture des flamants se compose principalement d'invertébrés aquatiques, ainsi que de leurs larves et œufs. Un grand nombre de taxons est concerné, et on retrouve notamment des crustacés (dont les artémies riches en carotènes, qui contribuent à la coloration rose du plumage), des mollusques, des insectes, des vers, des poissons, etc.

Cette espèce dispose des faibles capacités d'adaptations propres associées à une faible résilience due à la vulnérabilité de son écosystème.

- *Alnus glutinosa*

Tableau 28 Vulnérabilité de l'aune glutineux aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phénologique /phénotypique 	<p>Dans de bonnes conditions de croissance, l'<i>Alnus glutinosa</i> peut atteindre 35m de haut et plus de 3m de circonférence. Sa longévité varie selon les conditions écologiques.</p> <p>Les caractéristiques du cycle de reproduction de l'Aune glutineux démontrent le haut niveau d'adaptation de l'espèce aux milieux humides et son tempérament colonisateur.</p>	--
Résilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation 	<p>En raison de ses besoins en lumière et de sa croissance non soutenue, l'Aune résiste très mal à la concurrence des arbres.</p> <p>Il forme une forêt climacique dans des conditions</p>	-

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	d'humidité du sol très prononcées où aucune des grandes essences forestières ne peut se développer pleinement. (Claessens,1999)	
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	L'abondance de l'eau dans le sol est considérée comme l'élément clef de la distribution de l'aulne glutineux au sein de son aire naturelle. Ainsi, l'Aulne glutineux développe un enracinement de type vertical, formé par des racines latérales qui s'incurvent rapidement capable de s'enfoncer très profondément lui permettant ainsi de capter l'humidité du sol. La germination des graines est généralement sous la dépendance des conditions de température, d'humidité et d'oxygénation. Une mise en lumière et une alimentation minérale adaptée sont nécessaires au développement des plantules (Claessens,1999).	+++
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	Elle est une composante des forêts humides. Vers le Nord, sa distribution géographique s'étend jusqu'au sud de la Finlande, au Sud, il atteint la région méditerranéenne où il se raréfie et occupe les zones humides. L'étendue de l'aire de dispersion de cette espèce montre son adaptation à des conditions climatiques contrastées.	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

L'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) est un arbre feuillu de la famille des Bétulacées. Cette espèce a plusieurs exigences écologiques : tempérament héliophile ; exigences hydriques : humide à très humide ; exigences trophiques : sol moyennement acide à neutre ce qui la rend exposée aux CCs. Cette forte exposition aux aléas climatiques conjuguée à une des capacités d'adaptation propres limitées, font de *Alnus glutinosa* une espèce relativement vulnérable.

VIII-4 Impacts attendus des changements climatiques

On procédera à travers la matrice croisée suivantes (définie dans le chapitre IV) à l'évaluation, sur la base d'un jugement d'expert, des impacts attendus des CCs sur l'*Alnus glutinosa* qui est une espèce représentative de ces écosystèmes.

Tableau 29 Impacts attendus sur l'*Alnus glutinosa*

<i>Alnus glutinosa</i>	température	précipitation	extrêmes	Elévation du niveau de la mer
Impacts directs				
Changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance				

Changement dans la chaîne alimentaire (trophique)				
Impacts indirects				
Changement dans l'abondance et de la compétitivité de l'espèce				
Changement dans la structure et les fonctions des écosystèmes				

Degré de changement :

	Faible		Moyen		Fort
--	--------	--	-------	--	------

L'aulne glutineux montre sa préférence à des conditions hydriques, et trophiques très favorables. Par ailleurs, des épisodes secs prolongés et plus fréquents ainsi qu'une température plus variable, auraient probablement des impacts non négligeables sur l'abondance de l'espèce ainsi que sur la structure et le fonctionnement de l'écosystème.

Les aléas climatiques peuvent constituer probablement une menace sur son écosystème, l'abondance et la compétitivité de l'espèce.

IX- IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES MARINS ET LITTORAUX

Le littoral algérien est un milieu vulnérable et surexploité. Il est sujet à diverses menaces dérivant de l'activité anthropique :

- Le poids de la population et de l'urbanisation : les deux tiers de la population algérienne résident sur la frange littorale qui ne représente que 4% du territoire national (quelque 160 agglomérations urbaines dont 3 des 4 grandes métropoles).
- La concentration de l'activité industrielle et des infrastructures économiques : plus de 51% des unités industrielles sont localisées sur la côte et plus particulièrement dans l'aire métropolitaine algéroise (25%).
- La pression sur les structures foncières agricoles : En effet, les meilleures terres (soit 1 632 000ha) sont situées dans la région littorale et drainent une population relativement importante attirée par les emplois agricoles ;
- Le tourisme balnéaire est marqué par la concentration géographique littorale : En effet, sur les 174 zones d'expansion et sites touristiques (ZEST), 80% sont implantées dans les 14 wilayas côtières.

IX.1- Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et les menaces

Avec une superficie globale de 27 998 km² (mer intégrale) l'écosystème marin reste peu connu en Algérie. Une étude de synthèse réalisée par Grimes et al. (2004) a fourni une base de référence nationale avec un diagnostic assez exhaustif. Cette synthèse a mis en évidence, tout le long des côtes algériennes, la présence d'un cortège diversifié d'espèces en Méditerranée. Ainsi, selon les auteurs de l'étude, la diversité biologique marine connue s'élève à 3 183 espèces dont 3 080 ont été confirmées après 1980 (Voir Tableau 27). Cette richesse se répartie entre 720 genres et 655 familles. La flore marine est estimée à 713 espèces regroupées dans 71 genres et 38 familles. Si l'on rajoute la végétation littorale et insulaire, la faune ornithologique marine et littorale, la biodiversité totale connue de l'écosystème marin côtier algérien est de 4 150 espèces, dont 4 014 sont confirmées pour un total de 950 genres et 761 familles. Ces chiffres ne représentent pas la biodiversité réelle mais plutôt celle connue²⁸.

Tableau 30 Structure générale de la biodiversité marine en Algérie

	Nombre d'espèces citées	Nombre d'espèces confirmées	Nombre de genres	Nombre de famille
Flore marine	713	713	71	38
Faune marine	3183	3080	720	655
Total Général	3896	3793	791	693

Source : Grimes et al, 2004-biodiversité marine et littorale algérienne. Projet Sonatrach/LRSE.Eds. Sonatrach.

Sur le plan économique l'écosystème marin présente un intérêt indéniable dans la mesure où il constitue une source de revenus pour une population relativement importante et socialement vulnérable (Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité).

²⁸ Cette évaluation est inférieure à celle réelle pour différentes raisons : limitation de l'essentiel des prospections à la frange bathymétrique accessible (0-200 m), voire moins de 40 m pour le benthos des fonds durs. De plus, des segments entiers de la côte algérienne restent encore largement inexplorés notamment sur la côte Est

L'avance du trait de côte à cause du prélèvement massif des sédiments et de la destruction des cordons dunaires côtiers constitue déjà une menace pour les écosystèmes côtiers (certaines plages comme celle de Sidi Fredj ont enregistré des pertes entre 40 et 80 % en 50 ans (1954-2003)). De même, les aquifères côtiers sont de plus en plus vulnérables du fait de leur surexploitation actuelle. Elles risquent de subir une salinisation irréversible qui les rendra inutilisables aux fins d'irrigation des terres agricoles ou pour la consommation en eau potable. Des inventaires réalisés récemment font état d'une large distribution et prolifération d'*Astroide scalycularis* le long de la côte algérienne.

- Prolifération estivale épisodique de petites méduses (littoral d'Alger, Azefoun, Tlemcen en 2005-2006 et 2008),
- Extension de l'aire de distribution de *Centrostephanus longispinus* (Oursin diadème²⁹). Cette espèce a été signalée aux îles Habibas, à l'île de la Fourmi, à El Kala et au cap Matifou (Grimes *et al.*, 2004). Des travaux récents la signale également à l'île de Rachgoun (Grimes *et al.*, 2006).

IX.2- Vulnérabilité écosystémique

La vulnérabilité des écosystèmes marins et littoraux aux CCs est évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

Tableau 31 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes marins et littoraux algériens

	Température	Précipitations	Extrêmes	Elévation du niveau de la mer
Dynamique				
Distribution				
Relation/compétition entre espèces				
Productivité communautaire				
Service écosystémique				

La représentation du niveau de vulnérabilité se fera à l'aide d'une grille de couleur qui se résume comme suit :

	Peu vulnérable		Moyennement vulnérable		Très vulnérable
--	----------------	--	------------------------	--	-----------------

Le réchauffement des eaux, leur acidification ainsi que l'élévation du niveau de la mer, sont probablement les trois paramètres déterminants dans l'évaluation de la vulnérabilité aux CCs de la diversité biologique des écosystèmes marins et littoraux.

Ainsi, l'élévation du niveau de la mer est de nature à accentuer l'avance du trait de côte déjà visible avec pour conséquence directe la destruction des cordons dunaires côtiers. De même, le risque d'intrusion marine est réel pour les aquifères côtiers surtout qu'elles sont déjà sujettes à une surexploitation.

²⁹ L'oursin diadème figure sur l'annexe II (liste des espèces en danger ou menacées) du Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée ainsi que sur l'annexe IV de « la Directive Habitat » de l'Union Européenne.

En dépit des difficultés de dissocier les impacts des CCs de ceux liés aux activités anthropiques, certains indices laissent suggérer l'existence d'une relation entre les CCs et la prolifération du Brochet de mer ou Barracuda (*Sphyrenaviridensis*) ainsi que l'effondrement des stocks de sardine et d'anchois (des prises très faibles ont été enregistrées à Jijel (2006-2007), à El Kala (2004-2005) et à Mostaganem (2007-2008). L'élévation du niveau de la mer affecte les milieux insulaires, en particulier ceux formés par des superficies basses.

La vulnérabilité de certaines espèces marines pourrait être accentuée par l'élévation de la température qui favorise la prolifération d'espèces invasives. Au-delà des menaces qu'elles représentent sur les herbiers à Posidonies, la prolifération de ces espèces invasives véhicule des risques liés aux conséquences sur les ressources halieutiques et sur la santé de l'homme par la transmission des toxines le long de la chaîne alimentaire, ou par la consommation de poissons et crustacés.

L'élévation du niveau de la mer interagit avec les processus physiques, biotiques (récifs et coraux) et autres caractéristiques locales. Ces interactions sont encore difficiles à étudier et à quantifier néanmoins la vulnérabilité du milieu main et littoral à une telle perturbation est reconnue de tous.

IX.3- Vulnérabilité au changement climatique des taxons déjà menacés

La vulnérabilité aux CCs d'un ensemble d'espèces biologiques appartenant aux écosystèmes marins et littoraux algériens sera évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

- **Corail rouge** (*Corallium rubrum*) :

Tableau 32 Vulnérabilité de Corail rouge aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique /phénotypique 	<p>Les variations génétiques (Runcie <i>et al.</i>, 2012) entre les individus et les populations qui apparaissent dans des conditions stressantes, constituent des capacités d'adaptation évolutives.</p> <p>Ces espèces sont caractérisées par un taux de croissance lent (Bramanti <i>et al.</i>, 2005). Son potentiel à arbitrer des substrats favorables à sa métamorphose explique très certainement les faibles capacités de dispersion de cette espèce mises en évidence par des études génétiques (Ledoux <i>et al.</i>, 2010a, b).</p>	--
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>La résilience des coraux dépend de l'état de santé du récif.</p> <p>Ces animaux marins vivent généralement en colonies, sous forme de polypes : leur corps en forme de cylindre est relié par le bas à un substrat solide. ils préfèrent se fixer à un substrat favorable à leur métamorphose.</p>	-

Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - élévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	La température constitue le facteur majeur dans le blanchiment et la mortalité des récifs coralliens. Le stress thermophile peut affecter le phénotype moléculaire du récif corallien (Bramanti <i>et al.</i> , 2005). En effet des expériences en milieu contrôlé ont montré une dépendance énergétique ainsi qu'une influence de la température sur la croissance des colonies (Torrents <i>et al.</i> , 2008).	+++
Habitat/micro-habitat/Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	Le corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>) vit fixé à demeure sur les fonds (espèce benthique) rocheux obscurs et les parois des grottes semi obscures de l'étage circalittoral, ainsi que sur des falaises rocheuses plus profondes. Cette espèce montre un potentiel d'adaptation en fonction de la profondeur (Haugenauer, 2013).	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le corail rouge (*Corallium rubrum*) vit fixé à demeure sur les fonds (espèce benthique) rocheux obscurs et les parois des grottes semi obscures de l'étage circalittoral, ainsi que sur des falaises rocheuses plus profondes.

Ainsi les pressions de la pêche et du braconnage conjuguées aux perturbations environnementales, principalement sur les côtes d'Afrique du Nord, d'Espagne, de Corse et de Sardaigne, ont causé localement de fortes diminutions de l'abondance des grandes colonies ramifiées (Garrabou *et al.*, 2001 ; Linares *et al.*, 2012).

Les CCs représentent une grande menace pour la mer méditerranée, l'élévation attendue des températures va indubitablement avoir des conséquences sur la biodiversité marine, telles que la modification des périodes de reproduction, la durée des phases de croissance, l'apparition de nouvelles maladies ou de parasites. Le corail rouge serait probablement vulnérable à ces changements.

• **Le Mérou**

Tableau 33 Vulnérabilité du Mérou aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		1+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique /phénotypique 	Les analyses des relations phylogéniques intra spécifiques, entre plusieurs individus d' <i>E. marginatus</i> provenant des côtes algériennes, tunisiennes et françaises, suggèrent une très	+++

		grande diversité génétiques au sein des mérours bruns de la méditerranée occidentale (Feghaoui A, 2008).	
Résilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	Cette espèce coexiste avec trois autres <i>E. pinephelus</i> . Elle est sympatrique d' <i>E. costae</i> ou <i>badèche</i> , mais ne partage pas les mêmes biotopes qu' <i>E. aeneus</i> et <i>E. caninus</i> qui sont assez rares (Derbal et al.,2007).	++
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	En été, il semble clair que le Merou brun soit très sédentaire et reste au-dessus de la thermocline. Le comportement hivernal est beaucoup plus variable et va dépendre surtout de la topographie de la zone et de la taille de population (Cabaret et al , 2008).	--
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	C'est le long des côtes rocheuses que le mérour se sent chez lui. Il préfère un micro habitat Caractérisé par des zones rocheuses avec une couverture dense d'algues (la Mesa et al., 2006) d'une profondeur allant de (-10) à (-200m) (Cabane,2008). Les adultes ont une préférence aux récifs coralligènes, à algues calcaires ou les fonds rocheux accidentés plus profonds même s'ils ont toujours tendance à rester au-dessous de la thermocline.	--

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le mérour brun *Epinephelus marginatus*, est une espèce à haute valeur patrimoniale, particulièrement recherchée, et appréciée, par les plongeurs sous-marins en méditerranée. Le mérour brun montre aussi une certaine préférence pour les fonds sablonneux de 8 à 100m, il est rencontré également dans l'herbier de phanérogames littoraux (Derbal et Kara, 2005).

Bien qu'il présente quelques capacités d'adaptation propre et une résilience moyenne aux aléas du climat, le mérour est relativement vulnérable aux CCs.

Que ce soit en Méditerranée ou en Atlantique, les données sur la mortalité du mérour brun sont rares, malgré son exploitation intensive dans de nombreux pays du bassin Méditerranée tel qu'Italie, la Tunisie. Cependant, le phénomène des mortalités sont encore inexpliqué,

observées dans différentes régions de l'Est algérien. Ceci peut être expliqué par une pollution bien qu'elle touche qu'un seul taxon. En effet, un parasite spécifique d'*E.marginatus* serait supposé à l'origine de cette mortalité.

- **Patelle foncée :**

Tableau 34 Vulnérabilité de *Patella* foncée aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phénologique/phénotypique 	<p>Les capacités de reproduction et de dissémination de l'espèce seraient faibles (Boudouresque C.F <i>et al.</i>, 1996)</p> <p>Pour se nourrir elle se déplace en râpant les algues sur son parcours.</p>	-
Résilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>Elle est très sensible à la pollution, c'est l'espèce la plus menacée de disparition en Méditerranée.</p> <p>L'évolution temporelle de la densité de la population montre que les fluctuations saisonnières seraient en relation son cycle de reproduction (Beldi, 2012)</p>	--
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	<p>Elle est très sensible à l'augmentation de la turbidité et à la diminution des niveaux d'oxygène dans d'eau. C'est l'espèce la moins tolérante à la contamination (Espinosa et Bazairi, 2009).</p> <p>Sa chaîne alimentaire est particulièrement sensible à la température, d'où une forte vulnérabilité à ce paramètre climatique.</p> <p>La forte densité des patelles est décelée en saison hivernale. Ceci serait en relation avec son cycle de reproduction automnal. (Beldiet <i>et al.</i>, 2012).</p>	+++
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	<p>La disparité dans la répartition des patelles le long de la côte rocheuse algérienne serait en rapport avec les exigences écologiques et trophiques de cette espèce (Beldi <i>et al.</i>, 2012).</p> <p>Elle vit fixée sur les rochers dans la partie inférieure de l'étage médiolittoral des endroits battus par les vagues, dans une bande horizontale très étroite (50-80 cm de largeur).</p>	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

La *Patella ferruginea*, ou arapède géante, coexiste avec cinq autres espèces : *Patella caerulea*, *P. nigra*, *P. rustica*, *P. ulyssiponensis* et *Siphonariapectinata*. C'est une espèce protégée de

mollusques présente en Méditerranée. D'un diamètre pouvant atteindre jusqu'à 8 cm, c'est la plus grande patelle de Méditerranée. Elle vit fixée sur les rochers dans la partie inférieure de l'étage médiolittoral des endroits battus par les vagues, dans une bande horizontale très étroite (50-80 cm de largeur). Pour se nourrir elle se déplace en râpant les algues sur son parcours. Globalement, cette espèce dispose de capacités d'adaptation propre faibles alors qu'en termes d'exposition elle est vulnérable à l'élévation du niveau de la mer. Sa chaîne alimentaire est particulièrement sensible à la température, d'où une forte vulnérabilité à ce paramètre climatique.

- **Goéland d'Audoin** : *Larus audouinii*

Tableau 35 Vulnérabilité de Goéland d'Audoin aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		1+
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phénologique/phénotypique 	La biologie du Goéland se caractérise par une très grande capacité d'adaptation.	--
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	Parmi les facteurs qui déterminent le choix de l'emplacement d'une colonie sont : i) un minimum de fréquentation humaine et ii) la proximité de l'espace géographique du Goéland leucophée qui le concurrence dans son habitat. Le Goéland d'Audouin est un oiseau qui dépend essentiellement des ressources marines et ne s'éloigne jamais loin de la mer tout au long de son cycle annuel bien qu'il fréquente parfois d'autres milieux comme les lagunes dans le sud de l'Espagne en période hivernale (Beaubrun, 2004).	--
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance aux épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	Son nid, installé au sol parmi les herbes et les rochers, est très exposé aux aléas climatiques. La concentration de sa population sur quelques sites uniquement laisse peu de possibilité d'intervention en cas d'événements particuliers et/ou de perturbations climatiques.	+++
Habitat/micro-habitat/Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	Le Goéland montre une bonne capacité d'adaptation qui lui permettant d'exploiter un large éventail de sites de nidification et d'alimentation. Le Goéland Leucophée concurrence cette espèce dans son habitat.	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le Goéland d'Audouin est un oiseau marin typique de Méditerranée où la quasi-totalité de ses colonies de reproduction s'y trouve confinées. Il est présent dans l'archipel algérien des îles Habibas. Malgré quelques capacités d'adaptation propre et une résilience moyenne aux aléas du climat, le Goéland d'Audouin est relativement vulnérable aux CCs.

Le Goéland d'Audouin est un oiseau qui dépend essentiellement des ressources marines et ne s'éloigne jamais loin de la mer tout au long de son cycle annuel bien qu'il fréquente parfois d'autres milieux comme les lagunes dans le sud de l'Espagne en période hivernale. C'est une espèce méditerranéenne récemment retirée de la liste des espèces menacées à l'échelle mondiale pour être classée parmi celles dépendant de mesures de conservation.

IX.4- Impacts attendus des changements climatiques

On procédera à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV) à l'évaluation, sur la base d'un jugement d'expert, des impacts attendus des CCs sur le Corail rouge qui est une espèce représentative de ces écosystèmes.

Tableau 36 Impacts attendus sur le corail rouge

Corail rouge	température	précipitation	extrêmes	Elévation du niveau de la mer
Impacts directs				
Changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance				
Changement dans la chaîne alimentaire (trophique)				
Impacts indirects				
Changement dans l'abondance et de la compétitivité de l'espèce				
Changement dans la structure et les fonctions des écosystèmes				

Degré de changement :

	Faible		Moyen		Fort
--	--------	--	-------	--	------

Les récifs coralliens représentent le second point chaud «hot spot» de la biodiversité en Méditerranée. Ils sont considérés comme les habitats les plus riches de la biodiversité de la mer Méditerranéenne.

Le stress thermophile affecte de manière significative son phénotype moléculaire. A moindre degré, les périodes de sécheresse prolongée affecteraient également cette espèce à travers un changement dans son cycle de vie et la chaîne trophique. En effet, la montée de la mer et de l'acidification de la mer, le tout associé à une hausse continue des émissions de gaz à effet de serre constitue une source de stress pour les coraux.

La dégradation de ces récifs aurait des conséquences immédiates sur la structure et les fonctions de cet écosystème probablement en raison du CCs, de la pollution et de la surpêche qui pourraient avoir développé la susceptibilité des coraux aux maladies.

X- IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DESECOYSTEMES AGRICOLES

La biodiversité agricole présente une tendance à l'érosion génétique des ressources biologiques nationales découlant de l'importance des flux d'importation en ressources biologiques sous forme de semences et plants, de reproducteurs ou de matériel génétique animal.

X.1- Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et les menaces

Globalement, il est possible de relever une certaine tendance à la baisse de la biodiversité agricole liée à deux facteurs essentiels :

- Pollution génétique et absorption par les importations massives des semences, des plants, et des reproducteurs.
- Dégradation de certains écosystèmes : steppes, littoral, forêts et oasiens.

A cela, il faudrait ajouter la vulnérabilité croissante de certains taxons, source de revenus des populations (4ème Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB), à savoir :

- **Bovins** Africain aurochs (Eteinte), Cheurfa (Eteinte) ;
- **Ovins** : des races menacées (Hamra, D'men, Taadmit, Sidaho) par les marchés et la concurrence de la race OuledDjellal ;
- **Espèces aviaires** : Vulnérabilité des taxons locaux de dindes et de poules (Gallus) menacées par les importations des souches aviaires ;
- **Espèces cunicoles** : vulnérabilité des populations locales (notamment la population cunicole kabyle) ;
- **Espèces apicoles** : Menaces sur l'abeille saharienne (*Apis mellificasahariensis*).

Certains inventaires en cours sont en revanche prometteurs. Ainsi, l'inventaire variétal du palmier dattier, *Phoenix dactylifera*, qui ont concerné 14 régions naturelles du sud algérien, ont permis de mettre en évidence l'existence de pas moins de 940 cultivars différents (HANNACHI et al., 1998). Il faudra, toutefois, relever le caractère sélectif des marchés qui privilégient les variétés à forte valeur ajoutée commerciale (DegletNour) au détriment d'autres variétés.

Concernant la diversité des espèces animales domestiques, une nouvelle race ovine dite «Tazagzawt» (la bleue en kabyle), non répertoriée dans les catalogues zootechniques d'Algérie, sont sur le point d'être reconnue. Evoluant dans les zones montagneuses des Wilayas de Béjaïa et de Tizi-Ouzou, cette forme posséderait de grandes potentialités zootechniques et de rusticité (Ahmim et al., 2002).

X.2- Vulnérabilité écosystémique

Au niveau de l'Algérie, la vulnérabilité de l'activité agricole aux CCs devrait être appréhendée à travers des spéculations agricoles particulièrement sensibles aux conditions climatiques et qui de surplus ont une importance économique et sociale significative dans le paysage agricole, à savoir :

- La céréaliculture à sec
- L'oléiculture
- L'arboriculture à sec
- L'élevage extensif dans les régions semi-aride à aride.

La vulnérabilité des écosystèmes agricoles algériens aux CCs est évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

Tableau 37 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes agricoles algériens

	température	précipitations	Extrêmes
Dynamique			
Distribution			
Relation/compétition entre espèces			
Productivité communautaire			
Service écosystémique			

La représentation du niveau de vulnérabilité se fera à l'aide d'une grille de couleur qui se résume comme suit :

	Peu vulnérable		Moyennement vulnérable		Très vulnérable
--	----------------	--	------------------------	--	-----------------

Les précipitations sont déterminantes pour la distribution des différentes cultures, de même que les températures le sont également pour certaines cultures (nombre de jours de chaleur pour chaque phase de développement des céréales et nombre de jours de froid pour l'arboriculture essentiellement à pépins). Par ailleurs, les sécheresses et les inondations jouent un rôle important dans la vulnérabilité de la biodiversité agricole dans la mesure où l'activité agricole est peu résiliente aux aléas du climat.

Du fait de la variabilité du climat, des faibles ressources en eau, des sécheresses récurrentes, de la désertification mais également de la mauvaise gestion, les cultures pluviales et plus particulièrement les céréales, l'oléiculture et l'arboriculture (les rosacées à pépins), seraient vraisemblablement les activités agricoles les plus vulnérables aux variations climatiques. Elles sont particulièrement liées aux conditions pluviométriques et thermiques.

L'élevage ovin et caprin, pratiqué presque exclusivement en zone steppique aride sur des parcours très dégradés et avec des ressources en eau très limitées, connaît les mêmes contraintes. La dégradation de la steppe a des incidences socio-économiques péremptoires telles que: la réduction des disponibilités fourragères, la précarité de l'élevage ovin allant même jusqu'à la rupture de l'équilibre du système d'organisation pastoral traditionnel.

X.3- Vulnérabilité aux changements climatiques des taxons déjà menacés

La vulnérabilité aux CCs d'un ensemble d'espèces biologique appartenant aux écosystèmes agricoles algériens sera évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

- **L'olivier** *Olea europaea. L* :

Tableau 38 Vulnérabilité de l'Olivier *Oléa europaea* aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Éléments qui composent ces critères		4-
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique 	L'espèce olivier présente une diversité phénotypique importante (Grati, 2007). Il se distingue des autres arbres fruitiers par sa rusticité, qui lui permet de se développer sous des	---

		conditions peu favorables, tout en conservant ses caractéristiques morphologiques (Lavée, 1992)	
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	Bien qu'il soit singulier à tolérer un large gramme de terrains, lui permettant de prospérer là où les autres plantes se flétriraient (Aragués <i>et al.</i> , 2010), Il pousse mal sur les sols argileux (Henry, 2003).	---
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - élévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	L'olivier ne craint pas les isolations (Benrachou, 2013). Ainsi, cette espèce supporte très bien les fortes températures, même en atmosphères sec si son alimentation hydrique est satisfaisante (Benrachou, 2013). Cependant, dans le cas d'un stress thermique important durant sa période de floraison, ceci peut provoquer un arrêt de sa croissance végétative (Walid <i>et al.</i> , 2003). Avec une pluviométrie basse, supérieur à 220 mm par an, l'olivier montre sa tolérance à la sécheresse (Benrachou, 2013).	+
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	L'olivier redoute les terrains trop humides. Le sol doit avoir une teneur en azote élevée (Hannachi <i>et al.</i> , 2007).Le développement du système racinaire de l'olivier est étroitement lié aux caractéristiques physico-chimiques du sol.	+

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

L'olivier (*Olea europaea*. L) est une espèce caractéristique du paysage méditerranéen qui compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique importante (Grati, 2007). Elle appartient à la famille des oléacées, genre *olea*. Elle est circonscrite entre les latitudes 60 à 45° au niveau des deux hémisphères Nord et Sud (Lazzeri, 2009). Cette limite fait du climat méditerranéen, relativement sec, le climat typique de l'olivier (Besnard, 2009). En revanche, les altitudes allant de 1000 à 2000 mètres limitent la présence de l'olivier (Henry, 2003).

Le développement du système racinaire de l'olivier est étroitement lié aux caractéristiques physico-chimiques du sol. Il présente une grande rusticité ainsi qu'une grande résilience aux aléas climatiques. Il est peu vulnérable aux CCs.

- **Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) :**

Tableau 39 Vulnérabilité de Palmier dattier aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2-
Sensibilité/sensitivité			

Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique 	<p>Cette espèce à une forte capacité d'adaptation propre aux variations climatiques; néanmoins elle demeure relativement menacée par l'introduction de nouvelles</p> <p>Du fait de la longueur de la phase végétative du palmier, on ne peut connaître le sexe d'un plant qu'après 6 à 8 ans.</p>	--
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>A priori, on ne connaît pas cette espèce à l'état spontané (sauvage), mais sub-spontané (échappée de culture). En Algérie, plus de 1160 cultivars sont recensés. La variété la plus connue est la Deglet Noor, elle domine largement l'espèce.</p>	--
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une exposition à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une exposition à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une exposition à une élévation du niveau de la mer 	<p>Le <i>Phoenix dactylifera</i> résiste au froid (jusqu'à -12 °C) comme à la sécheresse. Il représente une espèce pérenne dans les limites extrêmes de sa culture. Idéalement, il prospère en situation désertique aride, à condition d'avoir suffisamment d'eau à disposition</p>	+
Habitat/micro-habitat/Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	<p>Il s'accommode aux sols de formation désertique et subdésertique.</p>	+

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le Palmier dattier ou Dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est une plante monocotylédone de la famille des Arécacées (Palmiers) et de la sous-famille des Coryphoideae, largement cultivé d'abord pour ses fruits : les dattes. En Algérie, plus de 1160 cultivars³⁰ sont recensés. La variété la plus connue est la Degletnoor, elle domine largement l'espèce.

Cette espèce à une forte capacité d'adaptation propre aux CCs, elle demeure néanmoins menacée par l'introduction de nouvelles variétés de palmier dattier.

³⁰DegletNoor, Ghars, DeglaBeydha, Tilemsu/Hmiira, Tinnaser, Tigazza, Tazerzayet, Taqerbuch, sont très réponsus. Il existe également d'autres caractérisant chaque région comme Seb'aBedra', Aggaz, CheykhMhammed, 'Aabbad, DaglatTalmin, 'Adam Figiig, Mahdi, Wargliyyah etc.

- **Arganier** *Argania spinosa* L. :

Tableau 40 Vulnérabilité de l'Arganier aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		3-
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique 	L'Arganier, joue un rôle irremplaçable dans l'équilibre écologique grâce à son système racinaire puissant. Les peuplements d'Arganeraies sont bien adaptés aux conditions édaphique et climatique, ou ils constituent un lieu d'habitat (Lakhdari et Khechairi, 2011).	---
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	Les populations sont dispersées, le long des berges des oueds où elles trouvent les compensations hydriques nécessaires pour son développement (Kechebar <i>et al.</i> , 2013). Différents espèces végétales et de micro-organismes, vivent en association avec l'arbre de l'Arganier (Lakhdari et Khechairi, 2011).	---
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer 	L'espèce montre une résistance aux conditions de sécheresse de ces milieux (Kechebar <i>et al.</i> , 2013). On le trouve dans des zones où la pluviométrie est très variable (Lakhdari et Khechairi, 2011).	++
Habitat/micro-habitat/Tampon topographique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs 	Il se développe dans les régions où les sols sont pauvres et peu profonds. Ainsi, il est peu exigeant en matière de sol, cependant il semble apprécier l'air humide (Lakhdari et Khechairi, 2011).	+

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

L'arganier *Argania spinosa* (L). Skeels, une espèce rustique, xéro-thermophile, qui appartient à la famille tropicale des Sapotacées, dont elle est la seule représentante septentrionale dans la région méditerranéenne (Algérie et Maroc) d'où son endémisme marqué à cette région. Les peuplements de cette essence jouent un rôle écologique et environnemental important (Errouati, 2005).

Son aire de répartition géographique couvre un territoire relativement important dans le Nord-ouest de la wilaya de Tindouf (sud-ouest algérien) où cette espèce constitue la deuxième essence forestière après l'*Acacia raddiana* (DGF, 2009).

Cette espèce a une capacité d'adaptation propre considérable avec une forte résilience propre aux aléas climatiques.

X.4- Impacts attendus des changements climatiques

On procédera à travers la matrice croisée suivantes (définie dans le chapitre IV) à l'évaluation, sur la base d'un jugement d'expert, des impacts attendus des CCs sur l'Arganier qui est une espèce endémique de la région d'Afrique du Nord.

Tableau 41 Impacts attendus sur l'Arganier

Arganier	Température	Précipitation	Extrêmes
Impacts directs			
Changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance			
Changement dans la chaîne alimentaire (trophique)			
Impacts indirects			
Changement dans l'abondance et de la compétitivité de l'espèce			
Changement dans la structure et les fonctions des écosystèmes			

Degré de changement :

	Faible		Moyen		Fort
--	--------	--	-------	--	------

L'augmentation de la température ainsi que la variation dans les précipitations ne semblent pas avoir d'impacts importants directs et indirects sur les peuplements de l'arganier. Cette espèce rustique présente une forte résilience aux aléas climatiques ce qui diminue significativement les impacts potentiels des CCs. En fait, sa dégradation semble être essentiellement due aux facteurs anthropiques, au surpâturage, à la coupe du bois pour des besoins de chauffage. L'arganier présente de grands intérêts économiques, médicinaux et thérapeutiques et ceci grâce aux extraits tirés de ses organes.

XI- IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES SAHARIENS

Avec une étendue de 2 millions de km², les écosystèmes sahariens représentent 87% de la superficie de l'Algérie. L'espace saharien est constitué de plusieurs unités géomorphologiques distinctes à l'instar des ergs (Oriental et occidental), des hamadas (Regs ou déserts caillouteux), des montagnes (Ahaggar) et des plateaux (Tassilis de l'Ahaggar et des Aajjers). Cet espace se singularise par des conditions climatiques extrêmes (des températures élevées, des précipitations très faibles, voire inexistante ainsi qu'une aridité très marquée).

Le climat se caractérise par une aridité prononcée³¹ (moins de 100 mm), des températures élevées (de 20°C à plus de 35°C) et des amplitudes thermiques journalières importantes (30 °C). La répartition des pluies est variable dans l'espace et dans le temps :

- La zone septentrionale et l'Algérie du Nord est dominé par les pluies de saison hivernale (octobre à avril), d'origine de « front polaire » Nord.
- En revanche la partie Sud, reçoit des pluies de saison chaude (mai à septembre) d'origine tropicale (mousson sahélo-soudanaise).

XI.1- Etat de connaissance de la vulnérabilité actuelle et les menaces

L'étendue du territoire saharien et la faible densité démographique limitent l'action anthropique. En dépit de cela, il subsiste des menaces réelles sur la biodiversité saharienne, à savoir :

- Une variabilité pluviométrique accentuée à travers une succession de déficiences pluviométriques pluriannuelles ;
- une érosion éolienne et le surpâturage notamment dans les milieux oasiens ;
- un développement déséquilibré des centres urbains et des oasis entraînant un ensablement important, ainsi qu'une surexploitation des nappes aquifères.

Du point de vue de la biodiversité, les écosystèmes sahariens sont paradoxalement relativement riches mais fragilisés par l'activité anthropique

Tableau 42 Eléments de la biodiversité floristique au niveau des écosystèmes sahariens

Flore : Groupes et catégories	Nombre de taxons	particularités
Espèces forestières	7	Existence forêts reliques avec l'acacia, le tamarix, l'arganier, le cyprès du tassili, l'olivier sahari et le pistachier de l'Atlas.
Espèces cultivées	1	Phoenix dactylifera (plusieurs cultivars)
Espèces arbustives et buissonneuses	24	
Espèces endémiques	14	
Espèces menacées	12	
Espèces protégées	12	

³¹ Les écosystèmes steppiques et sahariens par Amar Bouzenoune

Tableau 43 Eléments de la biodiversité faunistique au niveau des écosystèmes sahariens

Faune : Groupes et catégories	Nombre de taxons	particularités
Oiseaux	14	
Mammifères	18	Dont Camelusdromedarlus
Reptiles	8	
Espèces endémiques	8	Oiseaux : 3, Mammifères : 5
Espèces menacés	13	Oiseaux : 6, Mammifères : 7
Espèces protégées	16	Oiseaux : 5, Mammifères : 7, reptiles :4

Sur le plan végétation, l'écosystème saharien renferme 2 800 taxons avec un fort taux d'endémisme. Les familles les plus représentatives sont les Gramineae, les Composeae, les Boraginaceae et les Zigophyllaceae (Houerou, 1990).

La végétation saharienne est constituée par :

- Les groupements à Remt (*Hamada scoparia*), principalement sur les piedmonts sud et les premiers glacis de l'Atlas saharien ;
- Les groupements buissonneux à *Rantherium suaveolens* (Arfedj) en mélange à d'autres espèces sahariennes, notamment l'éphédra et le remth, c'est le bioclimat saharien tempéré ;
- Les groupements sahariens proprement dits comprennent plus de vingt (20) espèces arborescentes dont le cyprès du Tassili, le peuplier de l'Euphrate, le figuier à feuilles de saule, *Ficusingens*, *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Acacia albida*, *Balanites aegytiaca*, *Salvadorapersica*, *Maeruacrassifolia*, *Pistaciaatlantica*(pistachier de l'Atlas), *Olea Lapperini* (olivier de Laperrine) et autres. Il faut ajouter à cela les espèces arbustives telles que les *Calligonum*, le *retam*, le *Leptadenia* et différentes espèces.

Au niveau faunistique, on recense plus de 150 espèces d'oiseaux et une quarantaine de mammifères à l'intérieur des limites géographiques des parcs nationaux du Tassili N'Ajjer (Wilaya d'Illizi) et de l'Ahaggar (Wilaya de Tamanrasset). La présence du Guépard a été confirmée en Algérie.

XI.2- Vulnérabilité écosystémique

Au niveau méthodologique, nous allons évaluer la vulnérabilité des écosystèmes sahariens aux CCs à travers la matrice suivante.

Tableau 44 Evaluation de la vulnérabilité des écosystèmes sahariens algériens

	température	précipitations	extrêmes
Dynamique			
Distribution			
Relation/compétition entre espèces			
Productivité communautaire			
Service écosystémique			

La représentation du niveau de vulnérabilité se fera à l'aide d'une grille de couleur qui se résume comme suit :

	Peu vulnérable		Moyennement vulnérable		Très vulnérable
--	----------------	--	------------------------	--	-----------------

Dans l'ensemble, la faune et la flore qui composent les écosystèmes sahariens disposent d'un potentiel de capacités propres intéressantes pour faire face à l'aridité. Ces écosystèmes présentent également une forte résilience à l'aridité.

La vulnérabilité des écosystèmes sahariens sera la plus marquée à travers les épisodes secs et pluvieux dont on s'attend à une augmentation de l'occurrence. Au niveau spatial, les principales vulnérabilités de l'espace saharien sont au niveau des oasis.

XI.3- Vulnérabilité au changement climatique des taxons déjà menacés

La vulnérabilité aux CCs d'un ensemble d'espèces biologiques appartenant aux écosystèmes sahariens algériens sera évaluée à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV).

- *Acacia tortilis* spp. *Raddiana* :

Tableau 45 Vulnérabilité de l'Acacia aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2-
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique 	<p>L'Acacia a des particularités adaptatives aux conditions sèches : longueur du système racinaire, réduction des besoins en eau du fait de la faible surface foliaire, fonctionnement hydrique. Ceci se traduit notamment par des particularités adaptatives aux conditions sèches au niveau de son système racinaire</p> <p>L'Acacia dispose également d'une forte capacité d'adaptation propre notamment à travers sa rhizosphère caractérisée par sa capacité de rétention de l'humidité.</p>	---
Resilience	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable 	<p>Elle dispose de fortes capacités d'adaptation propres ainsi qu'une bonne résilience à l'aridité (Howaida <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>De plus, cette espèce a aussi une grande importance écologique dans la mesure où elle constitue un foyer pour plusieurs espèces d'oiseaux. Il crée aussi un endroit propice pour que d'autres espèces de plantes viennent s'établir à proximité en fixant l'azote (grâce à un travail de symbiose avec des bactéries) et en enrichissant le sol d'autres nutriments, grâce à ces racines.</p>	--
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une 	<p>Les composantes climatiques ont une influence modéré sur la régression de l'espèce (Howaida <i>et al.</i>, 2008). Son aire géographique se caractérise par un climat contrasté, caractérisé par une grande variabilité des précipitations et par une hyperaridité marquée par de faibles pluies</p>	++

- Extrêmes - Elévation du niveau de la mer	fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer		
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs	<i>Acacia tortilis subsp. raddiana</i> participe à l'amélioration de la qualité des sols par sa capacité à fixer l'azote atmosphérique (Labidi <i>et al.</i> , 2007 ; Abdallah <i>et al.</i> , 2012).	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

L'Acacia appartient à la famille des Mimosacées. Elle couvre des aires géographiques très diversifiées (Guinet *et al.*, 1978). Cependant, *Acacia tortilis* reste une espèce spécifique des régions arides et sahariennes (Grouzis *et al.*, 2003a) et se trouve notamment en Algérie.

Elle dispose de fortes capacités d'adaptation propres ainsi qu'une bonne résilience à l'aridité. Aussi, le climat à une influence modérée sur cette espèce. Il n'en demeure pas moins que les périodes de sécheresse prolongées peuvent provoquer des déplacements de dunes de sable et par suite être à l'origine de la régression de l'espèce.

- **Gazelle Rim (*Dorcas*) :**

Tableau 46 Vulnérabilité de la Gazelle Dorcas aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		3-
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/ phénotypique	La Gazelle dorcas est la plus ubiquiste des antilopes. Sa stratégie alimentaire dépend des conditions de l'habitat et des disponibilités en nourriture.	---
Résilience	▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable	La Gazelle Dorcas éviterait l'altitude et l'intérieur des déserts (Grettenbenger, 1987). Les populations des Gazelles Dorcas sont plus répandues et communes d'Afrique du Nord (Chammem <i>et al.</i> , 2008). Elles connaissent des baisses en raison de la chasse excessive, la destruction de l'habitat (Attum, 2014).	--
Exposition			
Composantes des changements climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - Elévation du	▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ?	La Gazelle Dorcas est capable de supporter des températures très élevées. Elle s'adapte à ces périodes les plus chaudes, en étant active principalement du crépuscule à l'aube. La répartition des gazelles dorcas dans le désert saharien se trouve dans des zones à différentes quantités de précipitations et une variété d'habitats (Attum, 2014).	+

niveau de la mer	▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer		
Habitat/ micro-habitat/ Tampon topographique	▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs	Elle est rencontrée dans des paysages divers allant des prairies plates et des steppes jusqu'aux déserts. Elle apprécie les oueds, les dunes et les zones rocheuses. La répartition des Gazelle s'explique par une variété d'habitats, allant de gravier et de sable plaines, des dunes de sable, des oueds, sebkhas, collines calcaires, et de plateaux (Attum, 2014).	+

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Fort capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	---------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

La Gazelle Dorcas est un mammifère herbivore appartenant à la famille des bovidés. Elle est une espèce des zones désertiques et subdésertiques.

Elle présente de fortes capacités d'adaptation propre grâce à des caractéristiques physiologiques particulières. Ainsi, elle peut passer de longues périodes de temps sans boire dans la mesure où elle peut récupérer l'humidité dont elle a besoin dans les diverses plantes qu'elle consomme. Ce bovidé est capable de supporter des températures élevées. Cependant son habitat constitué par les formations végétales steppiques est fortement menacé.

- **Le cyprès du Tassili : *Cupressus dupreziana* A. Camus**

Tableau 47 Vulnérabilité du Cyprès du Tassili aux changements climatiques

Critères d'évaluation	Eléments qui composent ces critères		2-
Sensibilité/sensitivité			
Capacités propres d'adaptation	▪ Diversité génétique ▪ Diversité Phytogéographique ▪ Plasticité phonologique/phénotypique	Le Cyprès du Tassili montre un bon comportement sous un bioclimat sub-humide (Sahli, 2007). L'espèce est très plastique et possède une grande faculté d'adaptation aux conditions physiques les plus difficiles (Wahidi, 2004). D'importantes anomalies sont mises en évidence tant au niveau de la graine que du pollen. Dans ce cadre, Pichot et <i>al.</i> (2000) signalent « un dysfonctionnement du système reproducteur.	---
Resilience	▪ Traits historique de vie ▪ Dynamique de la population ▪ Dispersion /potentiel de colonisation ▪ Echelle spatiale d'une population minimale viable	La complexité de groupement de cyprès est illustrée à travers un cortège floristique et de micro-organismes, varié où des espèces à écologie différente se côtoient (Sahli, 2007).	--
Exposition			
Composantes des changements	▪ Tolérance à une variation de la température ▪ Tolérance à une	Ce cyprès est réputé très résistant à la sécheresse et aux grands froids. Cet arbre dispose d'une forte	+

climatiques : - Température - Précipitation - Extrêmes - élévation du niveau de la mer	perturbation saisonnière des précipitations ? ▪ Tolérance à une fréquence plus accrue d'épisodes secs & pluvieux ? ▪ Tolérance à une élévation du niveau de la mer	capacité d'adaptation propre notamment à travers sa rhizosphère caractérisée par sa capacité de rétention de l'humidité. Cependant, quand le climat est trop sec pour que les graines germent, ou, si elles germent parfois, les jeunes plants sont tués par la sécheresse avant que les racines ne soient complètement développées.	
Habitat/micro-habitat/Tampon topographique	▪ l'habitat de l'espèce est-il menacé par les CCs ▪ Capacités d'adapter son habitat aux CCs	La principale menace du Cyprès est la dégradation de son habitat.	++

Sensitivité : Capacités propres d'adaptation & résilience

-	Faible capacité	--	Moyenne capacité	---	Forte capacité
---	-----------------	----	------------------	-----	----------------

Exposition : Degré de menace sur l'habitat

+	Faible	++	Moyen	+++	Fort
---	--------	----	-------	-----	------

Le Cyprès du Tassili ou Cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana*), est une espèce de la famille des Cupressacées. C'est un conifère endémique du Tassili N'Ajjer (Sahara Central). Il est classé par l'UICN au douzième rang des espèces les plus menacées au monde. Le cyprès du Tassili est particulièrement menacé par une population en croissance, tourisme, conditions environnementales défavorables, manque de régénération naturelle et le faible taux de germination.

Au niveau climatique, cet arbre n'est pas particulièrement vulnérable. S'il est considéré comme une espèce en danger de disparition et figure sur la liste rouge de l'UICN c'est probablement du fait des actions anthropiques.

XI.4- Impacts attendus des changements climatiques

On procédera à travers la matrice croisée suivante (définie dans le chapitre IV) à l'évaluation, sur la base d'un jugement d'expert, des impacts attendus des CCs sur la Gazelle Dorcas qui est une espèce représentative de ces écosystèmes.

Tableau 48 Impacts attendus sur la Gazelle Dorcas

Gazelle Dorcas :	Température	Précipitation	Extrêmes
Impacts directs			
Changement dans le cycle de vie, de reproduction et de croissance			
Changement dans la chaîne alimentaire (trophique)			
Impacts indirects			
Changement dans l'abondance et de la compétitivité de l'espèce			
Changement dans la structure et les fonctions des écosystèmes			

Degré de changement :

	Faible		Moyen		Fort
--	--------	--	-------	--	------

La Gazelle Dorcas est peu sensible aux variations de température et de précipitations en revanche, les épisodes secs prolongés sont susceptibles d'avoir des impacts significatifs sur son habitat. De même, les sécheresses prolongées ont un fort impact au niveau de sa chaîne trophique car elles affectent ses ressources alimentaires. A terme, ceci peut accentuer la mortalité et le déclin de la population.

XII- ANALYSE DU CADRE INSTITUTIONNEL

L'Algérie dispose d'un cadre institutionnel et réglementaire lui permettant de mettre en œuvre ses orientations et ses stratégies nationales rentrant dans le cadre de la CCNUCC et de la CDB. A cet effet, elle a impliqué plusieurs institutions gouvernementales en décrétant différentes lois et en créant plusieurs organismes sous-jacents (observatoires, agences, instituts, etc.).

XII.1- Principaux Départements & Autres structures concernées

Les différentes institutions gouvernementales impliquées dans la mise en œuvre de la politique nationale en matière de biodiversité et des CCs et disposant des missions et des prérogatives nécessaires dans ce sens, sont les suivantes :

- **Le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE).** Il veille, entre autres, à l'élaboration et la mise en œuvre de la politique nationale en matière de biodiversité et des CCs. Dans ce cadre, il coordonne l'ensemble des activités nationales en relation avec ces thématiques et s'engage à travers un programme et des actions multiformes à valoriser la biodiversité et lutter contre les CCs.
- **Le Ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR).** Il veille notamment à mettre l'accent sur les enjeux environnementaux et à intégrer les questions d'environnement, de conservation et de valorisation de la biodiversité ainsi que de lutte contre les CCs dans son plan de développement économique durable.
- **La Direction Générale des forêts (DGF)/sous tutelle du MADR.** Elle coordonne la politique nationale en matière de gestion de l'espace forestier algérien. La plupart des objectifs qui lui sont assignés vont dans le sens de la protection des ressources biologiques et de la lutte contre les CCs dont notamment : i) lutte contre la désertification, ii) Programme de gestion et d'extension du patrimoine forestier ; iii) Programme de conservation des écosystèmes naturels, vi) Sensibilisation et éducation à l'environnement et v) Renforcement des capacités, etc.

Ces Départements sont appuyés dans leurs missions par la mise en place d'un ensemble de structures (Agence, Centre, Observatoire, etc.) dont notamment :

- L'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD³²). Il est en charge de la surveillance des milieux naturels pour la protection de l'environnement.
- Le Centre National de Développement des Ressources Biologiques (CNDRB). Il a pour mission la mise en œuvre de certains objectifs³³ de la CDB.
- L'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature (ANN). Elle a pour objet d'assurer l'inventaire général de la faune et de la flore nationale et de proposer des mesures nécessaires à sa préservation et à son développement.

³² Créé par le décret exécutif n° 02-115 du 02 avril 2002

³³ i) l'identification et surveillance de la diversité biologique (article 7) ; ii) la conservation in situ (article 8) ; iii) la conservation ex situ (article 9) ; iv) l'utilisation durable des composantes de la diversité biologique (article 10); v) les mesures incitatives (article 11) et vi) la Recherche & Formation (article 12).

- L'Institut National de la Protection des végétaux (INPV). Parmi ses missions on note la préservation des cultures agricoles des bio-agresseurs, des maladies et des ravageurs.

Outre ces structures existantes, d'autres structures principalement universitaires contribuent aussi au renforcement du dispositif de recherche sur la biodiversité. A ce titre, nous citons :

- Le Centre National en Environnement et Développement Durable d'Annaba (littoral) ;
- Le Centre National de Recherche en Chimie Verte d'Oran (littoral) ;
- Le Centre de Préservation des Souches de Mostaganem (littoral) ;
- Le Centre de Recherche en Agro-pastoralisme de Djelfa (steppe) ;
- Le Centre de Recherche en Agrumiculture de Chlef (centre).

Par ailleurs, d'autres Départements sont en charge de la conception et de la mise en place de la politique nationale dans le domaine des CCs en accord avec les orientations et les lignes directrices de la CCNUCC. Il s'agit essentiellement : i) le Ministère des Affaires Etrangères et ii) le MATE.

Ces deux Départements sont appuyés aussi dans leur mission par :

- L'Agence Nationale des Changements Climatiques (ANCC) relevant de la MATE dont la mission³⁴ est de i) promouvoir l'intégration de la problématique des CCs dans tous les plans de développement et de contribuer à la protection de l'environnement, ii) mener, dans le cadre de la stratégie nationale dans le domaine des CCs des actions d'information, de sensibilisation, d'étude et de synthèse.
- L'Office Nationale de la Météorologie (ONM) relevant du Ministère des Transports (MT): C'est l'Institution chargée³⁵ de la mise en œuvre de la politique nationale et internationale en matière de météorologie. Elle est structurée autour de i) 4 directions centrales fonctionnelles, ii) 4 directions centrales opérationnelles et iii) 6 directions régionales

D'autres institutions participent également à la mise en œuvre de la politique nationale en matière des CCs. Il s'agit de notamment de:

- L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) relevant du Ministère de l'Energie et des Mines (MEM)
- Le Centre National des Technologies de Production Plus Propres (CNTPP) du MATE
- Le Conseil National d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (CNADD)
- L'Agence Nationale des Déchets (AND)
- Le Conseil Intersectoriel de la Maîtrise de l'Energie (CIME)
- L'Agence Nationale des Sciences de la Terre (ANST)
- Le Commissariat National du Littoral (CNL)

³⁴ Décret exécutif n° 05-375 du 26 septembre 2005 portant création de l'agence nationale des changements climatiques, fixant ses missions et définissant les modalités de son organisation et de son fonctionnement.

³⁵ Ordonnance N°75-25 du 29 avril 1975 transformé par décret N°98-258 du 25 août 1998 en entreprise publique industrielle et commerciale (EPIC)

XII.2- Stratégie & Plans d'actions pour la mise en œuvre des trois Conventions de Rio

L'Algérie a élaboré une stratégie et des plans d'actions lui permettant de mettre en œuvre les différentes conventions environnementales qu'il a ratifiées, notamment les trois conventions de Rio

2.1- Mise en œuvre de la CDB

La mise en œuvre de la politique nationale en matière de préservation de la biodiversité s'inscrit dans plusieurs plans/programmes/projets nationaux. Les plus importants sont les suivants:

- **Le plan du Commissariat National du Littoral (CNL):** Le CNL a appuyé le gouvernement algérien dans la mise en œuvre de sa politique de gestion intégrée de la zone côtière et de préservation de l'espace littoral. De même, le CNL en partenariat avec le CNDRB, sont en cours d'initiation des actions suivantes: i) Elaboration d'un catalogue des habitats et des écosystèmes liés en Algérie; ii) Identification et classement de la zone côtière de Réghaïa et de la zone marine autour de l'île d'Agueli; iii) Classement de la zone naturelle des Anses de Kouali; iv) Publication d'un atlas de la biodiversité pour la zone métropolitaine algéroise.
- **Le plan du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) :** Le MADR a déjà bénéficié d'un premier plan national de développement agricole et rural qui a été reconduit et amendé en 2009 en politique de renouveau agricole et rural et accompagné d'un programme quinquennal 2010-2014. Il se décline en 3 volets complémentaires.
 - Le Renouveau Agricole
 - Le Renouveau Rural
 - Le Renforcement des Capacités Humaines et de l'Appui Technique aux producteurs (PRCHAT)

Le renouveau rural s'articule autour de cinq programmes qui ont pour objectifs la protection des bassins versants, la gestion et la protection des patrimoines forestiers, la lutte contre la désertification, la protection des espaces naturels et des aires protégées ainsi que la mise en valeur des terres. Il s'est appuyé sur deux projets utilisant des approches innovantes³⁶: i) le Projet de Proximité de Développement Rural Intégré (PPDRI) et ii) le Projet de Proximité de Lutte Contre la Désertification (PPLCD). Ces différents programmes concourent à une meilleure protection de la biodiversité sous toutes ses formes.

- **Plan d'action du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques :** Un Schéma Directeur de Développement des Activités de la Pêche et de l'Aquaculture (SDDAPA) à l'horizon 2025, a été élaborée. Il a été suivi par le développement d'un schéma national de développement de la pêche et de l'aquaculture (2009-2014). Dans ce cadre, le ministère a lancé des projets d'études en matière de biodiversité des ressources biologiques marines.
- **Plan d'action du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique :** De nombreux laboratoires universitaires et institutions de recherche

³⁶ Au niveau méthodologique, deux outils ont été utilisés: le Système d'Information du Programme de Soutien au Renouveau Rural (SI-PSRR) et le Système d'Aide à la Décision pour le Développement Durable (SNADDR).

(environ une centaine) sont impliqués dans la recherche sur la biodiversité. Cette activité de recherche couvre aussi bien la recherche fondamentale et appliquée que les programmes nationaux de recherche (PNR) conduits avec les partenaires sociaux-économiques. On estime que la moitié des PNR concernent la problématique de l'environnement, certains d'entre eux ont trait à la biodiversité

- **Plan d'action du Ministère de la Culture** : Ses actions se déclinent notamment à travers la mise en place d'un Schéma directeur des zones archéologiques et historiques. Celui-ci s'appuie sur la loi portant protection du patrimoine culturel et le schéma national d'aménagement du territoire (SNAT). A ce titre parmi les objectifs de la nouvelle politique d'aménagement et du développement durable du territoire, il est prévu «la protection, la mise en valeur et l'utilisation rationnelle des ressources patrimoniales, naturelles et culturelles et leur préservation pour les générations futures».

2.2- Mise en œuvre de la CCNUCC

L'Algérie étant particulièrement vulnérable aux CCs sur les plans naturel et économique, la stratégie nationale est basée essentiellement sur trois volets: i) l'adaptation aux CCs, ii) le développement du pays dans le cadre du développement durable et iii) l'atténuation des émissions des GES. Cette stratégie nationale se décline en programmes sectoriels, tels que :

- Plan national d'action et d'adaptation aux changements climatiques (PNA-ACC) 2003,
- Programme de politique sectorielle de gestion intégrée de l'eau,
- Programme national de maîtrise de l'énergie (PNME),
- Programme national de gestion intégrée des déchets solides municipaux (PROGDEM),
- Programme d'action national de lutte contre la désertification (PAN-LCD),

Par ailleurs, le Plan National Climat (PNC) élaboré en 2012 et encore en cours d'approbation. Il œuvre pour une mise en synergie de toutes les actions relatives aux CCs et une harmonisation de tous les efforts en proposant une stratégie globale d'adaptation de l'économie nationale aux CCs. Il s'inscrit dans la vision de Rio + 20 et contribue à l'effort mondial de lutte contre les CCs dans le cadre d'un développement durable de l'Algérie. Comme le montre la figure qui suit, la mise en œuvre du PNC s'articule autour de 4 étapes: 1/Diagnostic, 2/Stratégie, 3/Plans d'action et 4/Mise en œuvre

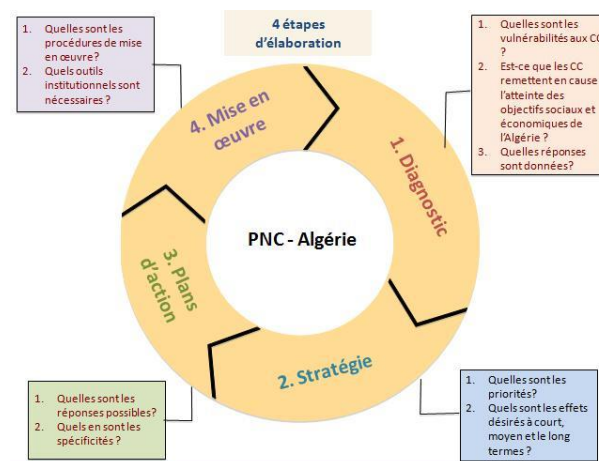


Figure 18 Etapes d'élaboration du Plan National Climat

Le PNC a pour objectifs :

- De rendre compte des connaissances climatiques en Algérie ;
- De répertorier les impacts des CCs sur l'économie nationale et la société ;
- D'identifier les vulnérabilités du développement national au regard des CCs ;
- D'identifier les plans, programmes et politiques se référant aux CCs et d'examiner dans quelle mesure les stratégies nationales et sectorielles existantes intègrent-elles la question des CCs ;
- De proposer une stratégie de lutte contre les CCs et de décliner cette stratégie en un ensemble de mesures ;
- De proposer en priorité des mesures d'adaptation capables d'anticiper et d'affronter les risques et de réduire les vulnérabilités liées aux CCs ;
- De proposer également des mesures d'atténuation des émissions de GES lorsqu'elles s'avèrent profitables économiquement et/ou socialement pour le pays, à travers notamment la promotion des énergies renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique et la participation aux mécanismes internationaux ;
- D'identifier les conditions et les modalités de la mise en œuvre des mesures ainsi que de leur suivi et évaluation ;
- D'améliorer l'accès aux financements internationaux publics et privés et de favoriser le partenariat technologique et financier étranger.

Par ailleurs, conscient de la problématique des CCs, le MADR met en œuvre un programme ayant pour objectif la gestion rationnelle des ressources naturelles et l'adaptation des systèmes des productions aux CCs à travers :

- la réhabilitation des parcours, sur une superficie de 3 000 000 ha, portant ainsi l'offre pastorale des parcours à 1,3 milliards équivalent kg d'orge, elle était de 525 millions équivalent kg d'orge en 1996
- la mobilisation accrue des eaux, par une densification de réseau d'abreuvement, passant d'un point d'eau pour 6 000 ha à 2 500 ha et le développement de l'irrigation par épandage de crue de près de 500 000 ha. A ce jour 850 millions de m³ ont été domestiquées sur les 2,5 milliards de m³ potentiel.

2.3- Mise en œuvre de la CLD

La stratégie de lutte contre la désertification est mise en œuvre à travers le plan d'action national portant sur la :

- lutte contre l'ensablement
- lutte contre l'érosion
- lutte contre le déboisement
- protection et conservation des terres
- protection des bassins versants et mise en valeur durable des montagnes
- atténuation des effets de la sécheresse et l'adaptation des parcours
- protection des ressources et amélioration de l'accès à l'eau
- renforcement des capacités sur le plan organisationnel et sur le plan des pratiques culturelles et agronomiques

- appui à la recherche et développement technologique
- système de surveillance et d'alerte à la sécheresse.

La réalisation des différents projets pour la mise en œuvre de la CLD permettra probablement de :

- restaurer les différents écosystèmes, notamment steppique, et par suite contribuer à préserver, voire régénérer une partie de leur diversité biologique
- lutter contre les CCs notamment à travers l'amélioration de la résilience des différents écosystèmes aux aléas du climat.

XII.3- Cadre institutionnel impressionnant

Le tissu institutionnel paraît relativement étoffé et couvre l'ensemble des domaines en relation avec la biodiversité et les CCs. Il y a lieu de relever toutefois des chevauchements dans les mandats de certaines institutions comme le CNDRB et l'ANN. Pour cela il faudra effectuer des arrangements dans les mandats de ces Institutions afin de leur permettre d'avoir des missions cohérentes et complémentaires.

Par ailleurs, l'Algérie a élaboré un ensemble de stratégies, de programmes et de plans d'actions lui permettant de mettre en œuvre les trois conventions de Rio. Les insuffisances concernent :

- La mise en œuvre de ces stratégies, programmes et plans d'actions n'est pas souvent menée à terme. En plus le suivi évaluation fait souvent défaut
- Le manque de synergie et de cohérence qui conduit parfois à des redondances, voire des contradictions

XIII- ANALYSE DU CADRE REGLEMENTAIRE

A l'instar du cadre institutionnel, une analyse des documents officiels relatifs aux CCs et à la biodiversité, a permis de dégager les différents lois et décrets qui régissent et organisent les activités des institutions décrites précédemment.

XIII.1- Dispositif réglementaire étoffé

La loi cadre la plus globale à ce sujet est la loi 03-10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement et dont l'élaboration s'appuie sur des principes généraux dont deux en particulier sont en relation avec la diversité biologique à savoir :

- Le principe de préservation de la diversité biologique
- Le principe de non dégradation des ressources naturelles

De même, le MATE a récemment élaboré la loi n° 14-07 du 9 août 2014, relative aux ressources biologiques dont l'objectif est de fixer les conditions de collecte, de circulation et d'utilisation des ressources biologiques et des connaissances qui leurs sont associées dans la perspective d'un développement durable et bénéfique pour l'intérêt national.

Par ailleurs, le dispositif législatif et réglementaire sur la biodiversité concerne également les CCs, il s'est enrichi à travers la promulgation d'autres lois cadres et lois sectorielles dont les plus pertinents sont :

- Loi n°11-02 du 17 février 2011, relative aux aires protégées dans le cadre du développement durable ;
- Loi n°07-06 du 13 mai 2007, relative à la gestion, à la protection et au développement des espaces verts ;
- Loi de 2018, relative à l'eau ;
- Loi de 2008, relative à l'orientation agricole ;
- Loi de 2004 relative à la protection des zones de montagnes dans le cadre du développement durable ;
- Loi de 2004, relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable ;
- Loi de 2004, relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable ;
- Loi de 2002, relative à la protection du littoral ;
- Loi de 2001, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire ;
- Loi de 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets ;
- Loi de 1999, relative à la maîtrise de l'énergie ;
- Loi modifié en 1999, relative au régime général des forêts

En outre plusieurs décrets viennent compléter le dispositif législatif et réglementaire en relation avec la biodiversité et les CCs dont les plus pertinents sont :

- Décret exécutif n°12-03 du 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées ;
- Décret exécutif n°12- 235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées ;

- Décret exécutif n°09-115 du 7 avril 2009 fixant les modalités d'organisation et de fonctionnement de la commission interministérielle des espaces verts ;
- Décret exécutif n°09-147 du 2 mai 2009 fixant le contenu et les modalités d'élaboration, d'adoption et de mise en œuvre du plan de gestion des espaces verts ;
- Décret exécutif n°09-88 du 17 février 2009 relatif au classement des zones critiques du littoral ;
- Décret exécutif n°09-114 du 7 avril 2009 fixant les conditions d'élaboration du plan d'aménagement côtier, son contenu et les modalités de sa mise en œuvre ;
- Décret exécutif n° 10-31 du 21 janvier 2010 fixant les modalités d'extension de la protection des fonds marins du littoral et déterminant les activités industrielles en offshore.

Par ailleurs, D'autres textes réglementaires sont en cours de préparation, dont notamment :

- Un projet de loi ayant pour objet de modifier et de compléter certaines dispositions de la loi n°01-11 du 3 juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture ;
- un projet de décret exécutif fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche de corail ;
- Un projet de décret exécutif fixant les modalités d'organisation et de fonctionnement des commissions nationales et de wilaya des aires protégées ;
- Un projet d'arrêté interministériel fixant l'organisation et le fonctionnement de la commission nationale interministérielle des établissements d'élevage.

XIII.2- Insuffisances à plusieurs niveaux

Le cadre législatif et réglementaire est relativement étoffé. Il couvre l'ensemble des domaines en relation avec les CCs et la biodiversité. Cependant, il y a lieu de constater certaines insuffisances qui sont à plusieurs niveaux, elles concernent

- des aspects non abordés comme le droit d'usage des ressources de la biodiversité ou encore les rapports citoyens/administration
- l'applicabilité du cadre réglementaire demeure la principale faiblesse. Le manque de moyens alloués à la surveillance et à la répression est visible.
- Les enjeux liés aux CCs sont encore Insuffisamment perçus au niveau de l'ensemble des acteurs sociaux.
- La duplicité de certains textes juridiques confère une certaine complexité.
- Enfin, le plus important est probablement l'absence d'une base scientifique relative à certains textes

XIV- ANALYSE DU CADRE TECHNIQUE

Tout en renforçant ses cadre institutionnel et réglementaire, étudiés ci-dessus, l'Algérie a veillé également au renforcement du cadre technique afin de mettre en pratique les stratégies programmes et les nationaux.

A cet effet le renforcement du cadre technique s'est étendu au renforcement des capacités institutionnelles et humaines, à la mise en place de systèmes d'observation et de monitoring et enfin à la sensibilisation du public et l'implication des ONG.

XIV.1- Capacités institutionnelles et humaines

1.1- Capacités institutionnelles

Le renforcement des capacités est un souci constant des différentes institutions impliquées aussi bien dans la biodiversité que dans les CCs. Il est particulièrement mis en exergue à travers les efforts du MATE, du MADR, du MRE et du Ministère de la Culture (MC).

Ainsi, le MADR à travers son Programme de renforcement des capacités humaines et de l'appui technique aux producteurs (PRCHAT), procède à la mise à niveau de pas moins de 21000 acteurs. De leurs côtés, l'INPV et l'ANN assurent une formation continue de leurs cadres en collaboration avec plusieurs structures nationales. Le Ministère de la Culture (MC) qui gère les parcs culturels vise dans son plan d'action l'amélioration de l'efficacité de la gestion qui doit impérativement passer par le renforcement des ressources humaines. Le Ministère des Ressources en Eau (MRE) accorde une large place à la formation de cadres et personnels chargés de la gestion de l'eau et des infrastructures hydrauliques.

1.2- Composantes dans des projets de coopération

La plupart des projets dont bénéficie l'Algérie comporte une composante sur les renforcements de capacités institutionnelles et humaines. Dans ce cadre, le CNDRB bénéficie de projets en cours de réalisation, dont notamment.

- Le projet HSEAS: (Human Subsistence Ecosystem in Arab Societies). C'est un projet en partenariat avec l'institut de recherche pour l'humanité et la nature de KYOTO (Japon) qui vise l'étude des écosystèmes de subsistance dans les sociétés arabes afin de lutter contre la dégradation des moyens de vie et préparer l'ère post-pétrole.
- Le projet IRB 2008 (Inventaire des Ressources Biologiques): lancé depuis 2008, il appuie le CNDRB dans la centralisation des inventaires des ressources biologiques.
- Le projet SEEE (Signalisation des Espèces Exotique Envahissantes): il permettra de centraliser et d'établir une liste d'espèces envahissantes ou à caractère invasif introduites en Algérie.

Par ailleurs, il y a lieu de noter également :

- L'envoi de chercheurs algériens dans des laboratoires pour des spécialisations, des formations, des recyclages sur les questions ayant une relation avec l'utilisation durable de la diversité biologique ;
- La participation aux conférences, ateliers, séminaires et congrès organisés au niveau sous-régional, régional ou international sur les questions de la biodiversité et des CCs.

1.3- Contribution des fonds nationaux

Certains Fonds nationaux ont accordé des appuis financiers à la mise en œuvre d'actions en faveur de la conservation de la diversité biologique, notamment le :

- Fonds national de régulation et de développement agricole (FNRDA) ;
- Fonds pour la lutte contre la désertification et pour le développement du pastoralisme et de la steppe (FLDDPS) ;
- Fonds pour l'environnement et la dépollution (FEDEP) ;
- Fonds spécial de développement des régions du Sud (FSDRS) ;
- Fonds national pour la protection du littoral et des zones côtières ;
- Fonds spécial pour le développement économique des hauts plateaux (FSDEHP) ;
- Fonds de développement rural et de mise en valeur des terres par la concession (FDRMVTTC) ;
- Fonds national de développement de la pêche et de l'aquaculture (FNDPA) ;
- Fonds national de l'aménagement du territoire et du développement durable (FNAT-DD).

Néanmoins, l'appui de ces fonds nécessite d'être utilisé de manière plus efficace.

XIV.2- Éléments d'observation et de monitoring

La mise en place de systèmes d'observation et de monitoring est d'une importance vitale dans l'actualisation et la mise à jour des connaissances et le savoir-faire acquis sur les CCs et la biodiversité. De telles informations sont de nature à orienter la prise de décision sur des bases scientifiques.

2.1- Observation météorologique et climatologique structurée

L'amélioration des connaissances nationales sur les CCs et leurs impacts sur les différents secteurs d'activité, notamment l'agriculture, l'eau et la santé, passe par une amélioration de la collecte et la gestion des données climatologiques et autres données pertinentes dont dépendent aussi bien les recherches sur le climat que l'application des connaissances acquises. Dans ce cadre, l'ONM dispose d'un réseau d'observation météorologique, en conformité avec les normes de l'OMM, qui est complété par des réseaux d'observations climatologiques et agro-météorologiques.

Le réseau d'observation météorologique de l'ONM (2^{ème} Communication Nationale de l'Algérie au titre de la CCNUCC) est composé de :

- 79 stations synoptiques,
- 40 stations automatiques climatologiques à transmission en temps réel,
- 10 Station automatiques à transmission en temps réel dans la Wilaya d'Alger,
- 125 stations automatiques climatologiques mensuelles,
- 222 stations postes climatologiques conventionnels et,
- 03 stations de recherche et d'observations spéciales.

L'ONM dispose également d'une banque de données climatologiques dont les renseignements remontent parfois à près de 150 ans « Alger : 1857 » et couvrant l'ensemble du pays. L'accès et l'utilisation effective de ces données pourraient par ailleurs être fondamentalement améliorés

2.2- Observation de la biodiversité à améliorer

L'observation et le suivi des ressources de la diversité biologique en Algérie sont moins structurés et moins développés. Ainsi,

- conformément à son mandat, l'ANN : i) mène des actions d'observation et d'évaluation des écosystèmes naturels nationaux, ii) Inventorie et propose le classement des sites susceptibles de faire l'objet d'aires protégées. Le plus souvent ces actions sont organisées dans le cadre de campagnes et/ou de projets.
- Le CNDRB procède essentiellement à la centralisation de l'information relative à la faune & flore, l'habitat et les écosystèmes.
- Des campagnes de mesures sont menées par des universitaires dans le cadre de projets de partenariat avec des universités étrangères et/ou des projets nationaux ou internationaux.

Des stations expérimentales sont en cours de lancement comme sites d'expression et de recherche de proximité émanant des réalités du terrain (physiques, biologiques et socio-économiques) afin de venir en appui(s) au développement des territoires telles que:

- La Station Milieu Biophysique de la Saoura/ Béchar (CRSTRA) ;
- La Station d'observation du milieu steppique de Taouiala/Laghouat (CRSTRA) ;
- La Station expérimentale des ressources Halieutiques de Taref ;
- La Station expérimentale sur les CCs de Boumerdès.

Ainsi, l'observation de la biodiversité en Algérie est fragmentaire et non systématique. Elle n'est pas à l'image de la richesse de la biodiversité de l'Algérie qui est un pays très vaste caractérisé par des écosystèmes divers et très contrastés.

XIV.3- Connaissances et savoir technique acquis

Les connaissances et le savoir technique acquis de l'Algérie proviennent essentiellement de ses réseaux d'observation et de monitoring décrits précédemment. Ainsi, bien que le réseau d'observation météorologique et climatologique soit bien structuré et relativement dense, à la date d'aujourd'hui l'utilisation des données ne donnent pas encore une connaissance réaliste des CCs attendus sur l'Algérie. Elle ne permet pas également d'identifier et de mettre en œuvre des mesures d'adaptation au CCs sur des bases scientifiques solides.

3.1 Connaissances limitées sur les changements climatiques attendus sur l'Algérie

Les projections des CCs issues de la 1^{ère} Communication nationale de l'Algérie (2001) au titre de la CCNUCC et reprise lors de la 2^{ème} Communication nationale de l'Algérie (2010) sont largement en dessous du standard international. En effet, elles se réfèrent à des simulations de modèles globaux sans procéder à une descente d'échelle (downscaling). De la même manière, les projections de CCs développées dans le cadre de l'élaboration du Plan National Climat PNC demeurent également de qualité comparable.

Il est fortement recommandé de procéder à des projections du CC sur l'Algérie en utilisant des techniques de downscaling et à une résolution au niveau du standard au niveau internationale. L'ONM est l'institution la plus habilitée techniquement à procéder à cette tâche.

3.2 Connaissances limitées sur la biodiversité algérienne et sa vulnérabilité

Bien que l'inventaire de la biodiversité (2014) s'est nettement étoffé par rapport au précédent (2010), Il n'en reste pas moins qu'à ce jour la biodiversité algérienne n'est pas suffisamment connue.

A cet effet, il y a lieu de noter certaines insuffisances :

- Les données relatives aux invertébrés demeurent relativement lacunaires dans la mesure où des pans entiers de la côte algérienne et des régions continentales terrestres demeurent inexplorés. De même, il n'existe toujours pas d'ouvrages thématiques synoptiques.
- Le 4^{ème} Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB note des insuffisances relatives à la connaissance de l'état actuel de la biodiversité agricole qui se caractérise par des pertes importantes au niveau de presque toutes les variétés agricoles (dépassant les 60-70 %) et certains groupes d'animaux d'élevage (une perte de 94 % pour les bovins).
- L'inventaire doit être étendu à toutes les espèces existantes dans le milieu naturel algérien et actualisé régulièrement la base de données.

Par ailleurs, les listes algériennes des espèces protégées sont beaucoup plus étoffées que celles de l'IUCN dans la mesure le manque d'information contraint à se conformer au principe de précaution.

XIV.4-Collaboration internationale importante

Outre les financements nationaux (MATE-FEDEP et MADR-DGF), l'Algérie bénéficie d'une collaboration fructueuse avec l'ensemble de ses partenaires internationaux à travers des fonds de la coopération bilatérale (France/FFEM, l'Allemagne/GIZ) ou multilatérale (PNUD, IUCN, FAO, FEM, Banque Mondiale, FIDA). L'ensemble de cet appui technique contribue à renforcer le cadre général de la protection de la diversité biologique et de la lutte contre les CCs en l'Algérie à travers :

- l'amélioration des connaissances et de l'expertise,
- l'élaboration de stratégies, de plans d'actions ainsi que la mise en œuvre d'actions démonstratives sur le terrain,
- le développement et la mise en œuvre de programmes de sensibilisation et d'information.

4.1- Coopération avec le PNUD

Le PNUD est particulièrement impliqué en Algérie à travers un Portefeuille de programmes qui s'articule autour de cinq grands thèmes prioritaires : i) Le développement humain et la lutte contre la pauvreté ; ii) La consolidation de la bonne gouvernance, y compris l'égalité entre les genres; iii) l'Energie et la préservation de l'environnement; iv) La prévention des

catastrophes naturelles; v) L'autonomisation des femmes. Dans le secteur de la biodiversité, on recense trois projets :

- **Élaboration d'un plan de gestion intégrée du site RAMSAR du complexe des zones humides de Guerbès.** Ce projet s'inscrit dans l'objectif du plan RAMSAR pour l'utilisation rationnelle des zones humides dans le cadre du développement durable. Il contribuera au développement d'un plan de gestion intégré du bassin versant de la plaine humide de Guerbès
- **Planification nationale sur la diversité biologique et mise en œuvre en Algérie du Plan Stratégique de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) 2011-2020 et des Objectifs d'Aichi.** L'objectif est d'intégrer les engagements de l'Algérie vis-à-vis de la CDB dans ses programmes nationaux de planification du développement et l'élaboration d'une stratégie nationale actualisée, selon les orientations générales du Plan stratégique de la CDB pour 2011-2020. La présente étude rentre dans le cadre de ce projet.
- **Conservation de la biodiversité d'intérêt mondial et utilisation durable des services écosystémiques dans les parcs culturels en Algérie.** Ce projet sera axé sur le renforcement des capacités au niveau central, le Ministère de la Culture, et sur les deux sites de démonstration, les parcs culturels du Tassili N'Ajjer et de l'Ahaggar ainsi que les trois parcs culturels nouvellement créés.

4.2- Coopération avec l'IUCN

L'Algérie collabore avec l'IUCN à travers plusieurs projets dont :

- Le Projet « Réhabilitation des cordons dunaires » dont objectif est de préserver et protéger le cordon dunaire à travers la plantation de l'Oyat (*Ammophila arenaria*) ;
- Projet MEDINA « Marine Ecosystem Dynamics and Indicators for North Africa » dont l'objectif est d'appuyer les pays d'Afrique du Nord afin de développer des programmes de surveillance à long terme pour la protection des zones côtières ;
- Projet UICN-Med/CEPF intitulé « Promotion de la valeur du Parc National du Djurdjura »
- Projet IUCN - AFN (Afrique du Nord) ;
- Le projet IUCN « Promotion de la valeur des zones clés pour la biodiversité à travers l'implication des organisations de la société civile dans leur conservation et gestion en Afrique du Nord ».

Par ailleurs, dans la perspective de la tenue à Alger du Congrès de la conservation de la nature en Afrique du Nord (1^{er} trimestre 2015), il a été procédé le 16 juin 2014, à la signature d'une Convention de collaboration entre le MATE et l'IUCN dans ce sens.

4.3- Coopération avec le GIZ

Le GIZ est présent en Algérie depuis 1974. Elle est particulièrement active dans le domaine des CCs à travers plusieurs projets dont :

- Le projet "Gestion des Ressources Naturelles, Changement Climatique et Energie"
- Projet "Etablissement de l'Institut des Sciences de l'Eau, de l'Énergie et du Changement Climatique (PAUWES)".

- Projets de coopération Partenariat de Collaboration pour les Forêts Méditerranéennes (PCFM - SILVA MED- FAO)
- Sweep-Net : Réseau régional d'échanges d'informations et d'expertise dans le secteur des déchets dans les pays du Maghreb et Mashrek

4.4- Coopération avec l'Union Européenne

L'Union européenne a mobilisé en 2013 un financement visant, entre autre, à préserver la biodiversité et les écosystèmes naturels côtiers de la région algéroise dans le cadre du Programme d'appui à la politique sectorielle de l'environnement en Algérie (PAPSE). Ce financement conséquent à hauteur de 34 millions d'euros vient en appui à un financement national de 20 millions d'euros.

Les résultats attendus de ce projet sont :

- Le renforcement de la stratégie sectorielle pour l'environnement ;
- Le renforcement institutionnel (volet horizontal) ;
- L'aménagement intégré à l'échelle des bassins versants de la région littorale algéroise (PAC-ZCA)

4.5- Cooperation avec la FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

La FAO est impliquée dans le développement de l'agriculture en Algérie à travers plusieurs actions multiformes. Pas moins de 17 projets ont été lancés par la FAO dans différentes régions du pays dans le cadre des efforts visant à combattre la pauvreté et la faim et à garantir la sécurité alimentaire.

XIV.5-Sensibilisation et Information

Les échanges officiels entre les différentes Départements en relation avec la biodiversité et les CCs se font régulièrement dans le cadre de réunions administratives de concertation, notamment au plus haut niveau lors de conseils inter- ministériels.

5.1- Acteurs étatiques

Le Conservatoire national des formations à l'environnement (CNFE), sous tutelle du MATE, a pour mission d'assurer la formation, la promotion de l'éducation environnementale et la sensibilisation. Il est chargé de dispenser des formations spécifiques au domaine de l'environnement au profit de tous les intervenants publics et privés. Il dispose de 49 annexes sur tout le territoire national, appelées « Les Maisons de l'Environnement » (http://www.cnfe.org.dz/crbst_2.html). A ce titre, depuis l'année 2009, 1966 clubs jusqu'à juin 2014 ont vu le jour. Parallèlement, la DGF, à travers ses maisons de la nature et ses écomusées, et le Ministère de la Culture via des bibliothèques et un certain nombre de guides et de manuels, sont également impliquées dans ce domaine de la sensibilisation en matière de biodiversité. Le CNFE a assuré aussi plusieurs formations sur des thèmes³⁷ en relation direct avec la biodiversité.

³⁷ i) la qualité des eaux de baignades (2009), ii) la gestion des zones humides (2009), iii) la cartographie marine (2009), iv) capture des animaux errants (2012), v) la gestion et la protection des écosystèmes et de la biodiversité marine (2012), vi) les pratiques et les mesures de gestion de suivi de surveillance et d'évaluation des sites marins et côtières sensibles (2013).

En matière des CCs, l'ANCC dispose d'un Département de l'information et de la sensibilisation, placé directement sous l'autorité du directeur général. Il constitue le cadre institutionnel idéal pour renforcer et améliorer la qualité de la sensibilisation et l'information dans le domaine des CCs.

Par ailleurs, l'Algérie, à travers l'ONM, a participé au projet «Assistance Météorologique au Renforcement des Capacités des Enseignants dans le Domaine des CCs (ADIM) » qui vise à fournir aux enseignants du secondaire les connaissances et les outils nécessaires pour éduquer leurs élèves sur le climat et les CCs, leurs impacts, et les mesures nécessaires pour aborder le défi climatique dans un contexte de développement durable. Malheureusement, ces connaissances et ses outils ne sont pas encore intégrés pleinement dans les programmes d'enseignement (2ème Communication de l'Algérie au titre de la CCNUCC, 2010). L'introduction de cette nouvelle problématique mondiale des CCs dans le cursus de formation contribuera à la généralisation de l'information et la sensibilisation aux différents niveaux.

5.2- Accès à travers le web

L'accès à une information de base peut également s'établir à travers les sites web des différents ministères concernés :

- **Le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement :** (www.mate.gov.dz). Les informations disponibles sont afférant à l'ensemble du secteur de l'environnement et de l'Aménagement du territoire en Algérie.
- **Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural** (www.minagri.dz). Les informations disponibles concernent les bulletins agrométéorologiques, les informations de vulgarisation agricole, et des bulletins techniques d'informations.
- **Le Ministère des Ressources en Eau** (www.mre.dz). Les informations disponibles sont relatives à l'eau en Algérie, les Plans Directeurs, les Projets structurants, les Mobilisations et Transferts, l'Eau potable, l'Irrigation, l'Assainissement, et L'administration de l'eau.

En plus de ces ministères, d'autres institutions permettent d'accéder à une information officielle à partir de leur site web :

- Le CNDRB affilié au MATE : www.cndrb.dz
- La Direction Générale des forêts : www.dgf.gov.dz
- L'Office National de la Météorologie : <http://www.meteo.dz>
- L'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) : www.inraa.dz
- L'Institut National de la Recherche Forestière : www.inrf.dz
- L'Institut National de la Protection des végétaux (I.N.P.V.) : www.inpv.edu.dz
- L'Institut National de Vulgarisation Agricole (I.N.V.A.) : www.inva-dz.org
- L'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (I.T.A.F.V.) : www.itafv.dz
- L'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA) : www.ensa.dz
- Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (C.R.S.T.R.A.) : www.crstra.dz

- Agence National pour le Développement Recherche Université (ANDRU) : www.andru.gov.dz
- École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL) : www.enssmal.dz

D'une manière générale, ces sites ne sont pas dynamiques et l'actualisation de l'information n'est pas systématiquement. Par ailleurs, l'information proposée est à caractère général, elle ne permet pas d'aller dans le détail ni de passer à l'action. Beaucoup d'efforts restent à faire afin que ces sites deviennent effectivement un outil puissant d'échange et d'accès à l'information.

5.3- Insuffisances en relation avec la perception et la mentalité

Malgré ces efforts, il subsiste plusieurs insuffisances afférant à la mentalité qui ont été relevées depuis un certain temps (Synthèse de la stratégie algérienne d'utilisation durable de la diversité biologique, 2000) mais qui demeurent d'actualité :

- le concept de « **Beylec** », héritée d'un vécu colonial est encore présent. Il attribue à la diversité biologique une appartenance collective considérée comme « personne ». L'espace vidé de son contenu patrimonial est libre, surexploité, voire dégradé,
- L'émiettement des organisations sociales de l'**agriculture traditionnelle** conduit à l'abandon du concept de **terroir** et à la perte de la considération de son contenu biologique,
- La diversité biologique n'est pas considérée comme étant un réservoir de ressources biologiques aménageables mais plutôt comme étant une **source vénale de biens intarissables**.

XV- APPROCHE & CONCEPTS NOVATEURS

Il s'agit dans cette partie d'apporter un nouveau regard à la biodiversité et ce en reconsidérant sa valeur en tant que source de revenus qui constitue un capital pour l'économie. En outre, il y a lieu de réévaluer la relation mutuelle qui existe entre les CCs et la biodiversité, en mettant l'accent sur :

- la vulnérabilité de la biodiversité aux CCs et,
- le potentiel de la biodiversité à lutter contre les CCs

XV.1- Capital biodiversité en tant que source de revenus

1.1- Valeur économique de la biodiversité

Notre société bénéficie d'innombrables avantages de l'environnement naturel sous la forme de biens et de services tels que la nourriture, le bois, l'eau, l'énergie, la protection contre les inondations, etc. De même, le développement humain a également été façonné par l'environnement, et l'interdépendance à une forte importance sociale, culturelle et esthétique.

Les indicateurs traditionnels, basés sur des mesures du revenu national tels que le PIB (produit intérieur brut) ne renseignent nullement sur la viabilité économique, sociale ou environnementale des modèles de croissance actuels. Pourtant, en tant que capital de développement, la diversité biologique est susceptible d'être valorisée à travers ses valeurs ajoutées en termes: économique, écologique, technologique et d'éthique.

Selon « The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB, 2010), la valeur économique totale de la biodiversité sur Terre est estimée à environ 33 000 millions de dollars par an, soit un montant qui correspond pratiquement au double de l'économie mondiale. Dans ce cadre, la comptabilisation des richesses naturelles et la valorisation des services écosystémiques permettent d'aller au-delà de la mesure traditionnelle du PIB et d'intégrer le capital naturel dans la comptabilité nationale.

L'évaluation de la diversité biologique consiste à attribuer une valeur financière à ses fonctions économiques et systémiques afin de définir la masse d'investissements « utile » qui générerait un bénéfice. Une telle démarche n'est pas sans difficulté dans la mesure où il est difficile de déterminer une valeur globale d'une ressource génétique et a fortiori, d'un patrimoine biologique, quand la maîtrise de son évaluation dépend de sa valorisation sur plusieurs générations par des techniques qui évoluent

En Algérie, la biodiversité joue un rôle économique important notamment au niveau des secteurs de l'agriculture, de la pêche et dans une moindre mesure, de l'industrie. Leur part conjointe, découlant de l'exploitation de la biodiversité, se situerait entre 20 et 30 % du PIB, selon les années (5^{ème} Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB, 2014). Si l'on ne tient compte que du P.I.B hors hydrocarbures, cette part s'élèverait à plus de 40 %. De tels chiffres mettent en exergue la contribution de la biodiversité à l'économie de l'Algérie. Malencontreusement, cette contribution de la biodiversité à l'économie nationale est encore mal connue et nullement appréciée à sa juste valeur

1.2- Transparence de cette valeur économique dans le PIB

Le PIB ne prend en compte qu'une partie des résultats économiques d'un pays. Il ne fournit aucune indication sur la richesse et les ressources qui ont permis de générer ces revenus. Ainsi, lorsqu'un pays exploite ses ressources naturelles, de manière non durable (surpêche, déforestation, etc.), cela contribue inéluctablement à la dégradation de ces ressources. La contribution totale du capital naturel (forêts, zones humides ou encore terres agricoles) ne figure pas dans cet instrument de mesure qu'est le PIB. A titre d'exemple, les ressources ligneuses sont recensées dans les comptes nationaux néanmoins les autres services rendus par les forêts, tels que le stockage du carbone et le filtrage de l'air, sont totalement ignorés. En fait, l'évaluation des services écosystémiques afin de bien représenter la contribution du capital naturel au PIB va au-delà de la représentativité de la richesse naturelle, il permet également d'anticiper la bonne gestion de ces ressources et de maintenir un développement durable. Dans le même sens, un développement durable et à long terme consisterait à accumuler et à bien gérer un portefeuille de ressources qui comprend le capital physique (ou produit), le capital naturel et le capital humain et social (Joseph Stiglitz, lauréat du prix Nobel).

A titre d'exemple, la comptabilité des terres a permis à Madagascar, pays riche en biodiversité, de mobiliser des ressources pour financer une zone protégée de plus de 60000 km² à travers la valorisation de sa valeur ajoutée à l'environnement mondial. Au Costa Rica, la comptabilité des ressources en eau et des terres, vise à évaluer la rentabilité des usages concurrents du sol et à déterminer la façon optimale d'investir à long terme dans les infrastructures d'énergies renouvelables. Pour le Botswana, qui cherche à diversifier son économie, la comptabilité de l'eau, plus particulièrement l'eau virtuelle, permettrait de mieux gérer les faibles ressources hydriques dont il dispose.

1.3- Comment valoriser ce capital

La valorisation et la comptabilisation de la richesse réelle d'un pays, notamment son capital naturel, se réfèrent à des principes de base et à des recommandations (Ten Brink et Bräuer 2008), dont les pertinents sont :

- l'évaluation devrait être mise sur des changements marginaux plutôt que la valeur «totale» d'un écosystème ;
- l'évaluation des services écosystémiques doit être dans un contexte spécifique, par écosystème, et pertinente à l'état initial de l'écosystème.
- les bonnes pratiques de «transfert de bénéfices » doivent être adaptées à l'évaluation de la biodiversité. En revanche, plus de travail est nécessaire sur la manière d'agréger les valeurs des changements marginaux.
- les valeurs devraient être guidées par la perception des bénéficiaires.

Par ailleurs, des approches participatives et des moyens d'ancrer les préférences des communautés locales peuvent être utilisées pour aider à rendre l'évaluation plus acceptée.

XV.2- Changements climatiques & biodiversité: une approche Win-Win

2.1- Dégradation spectaculaire des ressources de la biodiversité mondiale

Malgré un bon nombre d'avantages que nous tirons de l'environnement, les ressources mondiales de la biodiversité ont connues durant les dernières décennies une dégradation spectaculaire qu'il est possible d'apprécier à travers quelques exemples (Millennium Ecosystem Assessment, 2005a):

- Dans les 300 dernières années, la superficie forestière mondiale a diminué d'environ 40%. Les forêts ont complètement disparu dans 25 pays, et 29 autres pays ont perdu plus de 90% de leur couvert forestier. Le plus préoccupant encore est que cette tendance à la baisse continue (FAO 2006).
- Depuis 1900, le monde a perdu environ 50% de ses zones humides. D'ailleurs, depuis les années 1950 la pression pour la conversion des zones humides tropicales et subtropicales est de plus en plus importante (Moser et al., 1996).
- Quelque 30% des récifs coralliens, qui ont souvent des niveaux de biodiversité plus élevés que ceux des forêts tropicales, ont été gravement endommagés par la pêche, la pollution, la maladie et le blanchissement des coraux (Wilkinson, 2004). Le réchauffement global de la Terre qui a démarré depuis quelques décennies a également contribué au blanchissement des coraux.
- Durant les deux dernières décennies, 35% des mangroves ont disparu. Certains pays ont perdu jusqu'à 80% de leur richesse en mangroves à cause de la conversion pour l'aquaculture, la surexploitation et les tempêtes

On estime par ailleurs que le taux d'extinction des espèces suite à l'action anthropique est 1000 fois plus rapide que le taux «naturel» d'extinction typique de l'histoire à long terme de la Terre (Millennium Ecosystem Assessment, 2005b).

Selon « the Millennium Ecosystem Assessment, 2005c », l'action anthropique est la cause de la dégradation d'environ 60% des services écosystémiques au cours des 50 dernières années. Plus préoccupant encore, d'autres baisses sont projetées durant les prochaines décennies en raison de facteurs tels que la croissance démographique, le changement d'utilisation des terres, l'expansion économique ainsi que les CCs.

Les principales organisations économiques internationales telles que la Banque mondiale et l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) confirment ces prédictions inquiétantes. Ainsi, l'OCDE a classé la lutte contre les CCs comme étant le principal défi qui se pose pour l'humanité, les autres défis étant i) la perte de la biodiversité, ii) l'eau potable et d'assainissement, et iii) les impacts sur la santé humaine de la dégradation de l'environnement (OCDE, 2008).

Ces tendances sont susceptibles de changer notre relation avec notre environnement naturel néanmoins pas notre dépendance à son égard. En effet, les ressources naturelles et les services écosystémiques contribuent de manière significative à notre activité économique, à notre qualité de vie ainsi qu'à notre cohésion sociale. En revanche, la manière avec laquelle nous organisons nos économies ne tient pas suffisamment compte de la nature « **Il n'y a pas des économies sans environnements, mais il y a des environnements sans économies** ».

2.2- Préservation de la biodiversité pour lutter contre les CCs

La dégradation de la biodiversité accentue les CCs

Il est évident que les CCs ont causé des pertes au niveau de la biodiversité mondiale. Ceci étant, le plus préoccupant est que les changements prévus au niveau des ressources de la biodiversité mondiale seraient de nature à accentuer les émissions de carbone par le sol et par suite de contribuer à l'augmentation des concentrations de GES dans l'atmosphère (Bellamy et al., 2005). Dans les mêmes conditions climatiques, les prairies et les forêts ont des stocks de carbone organique plus élevés que celui des terres arables et sont considérés comme des puits nets de carbone. Ainsi, la déforestation et le changement d'affectation des sols en terres cultivées sont de nature à accentuer les CCs. Plus généralement, la dégradation de l'environnement naturel et plus précisément la perte de la biodiversité peut ainsi contribuer à accentuer les CCs.

Les ressources de la biodiversité pour s'adapter aux CCs

Pour de nombreux petits agriculteurs de subsistance, s'adapter à l'évolution des conditions climatiques peut s'avérer difficile. La rapidité du changement dans le climat suggère que dans de nombreux cas une adaptation à travers la diversité génétique disponible localement, voire puiser dans le vaste réservoir de la diversité génétique de la planète. Ainsi, l'introduction de variétés de cultures ou d'essences mieux adaptées aux nouvelles conditions climatiques pourrait s'avérer nécessaire dans certains cas.

Atténuer les émissions de GES dans l'atmosphère

L'utilisation accrue de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture, en particulier les micro-organismes du sol, a également le potentiel d'atténuer les CCs en réduisant l'accumulation de GES dans l'atmosphère. L'exploitation de la biodiversité locale peut préserver la santé des forêts et la fertilité des sols agricoles qui sont deux importants puits de carbone. Elle peut également réduire les besoins en engrais azotés et autres intrants commerciaux qui ont des GES par excellence (FAO, 2009).

La biodiversité permet de lutter contre les CCs

Ainsi, les ressources de la biodiversité permettent de lutter et de faire face aux CCs à travers :

- l'atténuation des émissions de GES dans l'atmosphère
- s'adapter aux effets néfastes des CCs

XV.3- Promouvoir les services écosystémiques

Les services écosystémiques sont à la base d'une approche d'atténuation (ou mitigation) du risque climatique. De tels services sont relativement développés dans les pays anglo-saxons, Ils désignent les systèmes, les moyens et les mesures d'atténuation des effets des risques majeurs naturels. À la différence de la compensation ou de la conservation, ces services tendent plutôt à diminuer les dommages sur les enjeux (environnementaux, sociaux, économiques, sanitaires, épidémiologiques...) pour les rendre plus supportables par la société. Cela se fait plutôt dans une démarche préventive, visant à réduire :

- d'une part, la vulnérabilité des enjeux économiques et écologiques (fragmentation écopaysagères, extinction d'espèces, destruction d'habitats,...)
- et d'autre part, l'intensité de certains aléas climatiques tels que les inondations et les sécheresses ainsi que des aléas anthropiques dont la pollution et la destruction du patrimoine.

Cette démarche préventive d'atténuation est au cœur d'un développement durable : en effet, l'atténuation du risque lié aux CCs ainsi que celui lié à la perte de la biodiversité, indépendamment de son origine anthropique ou autre, constituent un investissement en prévision de l'occurrence de ce risque.

Les expériences montrent que la mise en place de marchés de services écosystémiques efficaces n'est pas aussi simple. Elle nécessite entre autre un engagement écologique important aussi bien au niveau des institutions de l'État que des populations locales. De même, la conception des conditions propices à de tels marchés nécessite la synergie des efforts de tous les partenaires dont ceux d'experts financiers.

XV.4- Créer une synergie entre les trois Convention de Rio

L'Algérie a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) en 1993, le Protocole de Kyoto en 2004, la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique en 1995 et la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification dans les pays les plus gravement touchés par la Sècheresse et/ou la Désertification en 1996.

Un objectif commun

Les trois conventions Rio ont pour objectif commun relatif à la promotion d'une trajectoire de développement durable en luttant contre la désertification que ce soit en atténuant les effets négatifs de la sécheresse grâce à l'utilisation durable de la diversité biologique ou encore en atténuant les effets des CCs par la mise en œuvre de stratégies d'adaptation appropriées.

Activités communes en matière de vulnérabilité et d'adaptation aux CCs

En fait, les trois conventions de Rio ont des activités communes en matière de vulnérabilité et d'adaptation aux CCs. Ainsi :

- lorsque la CCNUCC (article 4) traite des enjeux liés à la vulnérabilité et à l'adaptation aux CCs,
- la CLD (article 10) évoque le besoin de développer des stratégies pour prévenir ou minimiser les impacts négatifs des sécheresses ; en d'autres termes des stratégies d'adaptation aux conditions de sécheresse,
- quant à La CDB (article 14), elle souligne les impacts négatifs des CCs sur la biodiversité et en appelle à un processus d'évaluation des impacts et de réduction de ces impacts négatifs.

Le graphique qui suit met en exergue la relation entre les différentes composantes de la biodiversité avec les CCs et la désertification

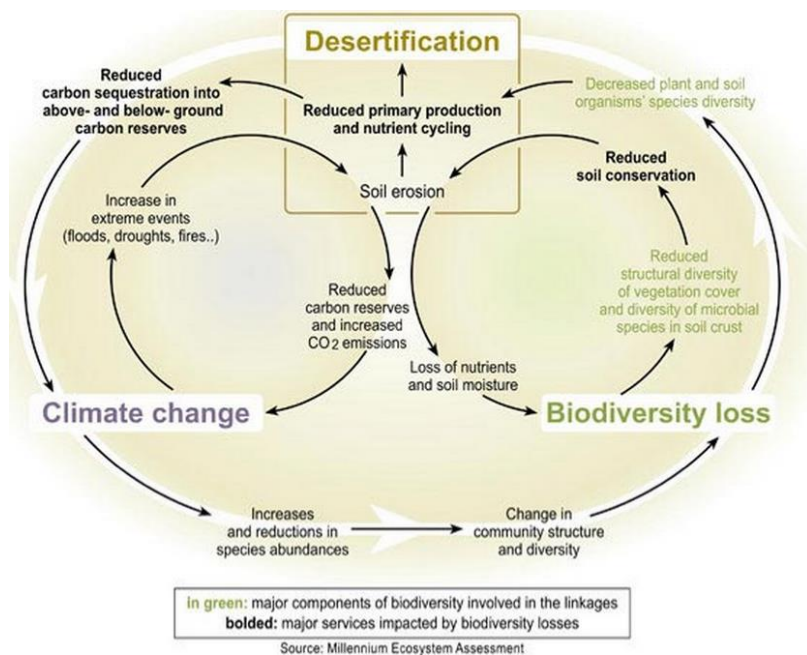


Figure 19 Relations et boucles de rétroaction entre la désertification, les CCs et la biodiversité

Valoriser cette synergie à travers la promotion d'activités communes

La nécessité d'une approche synergique a été à maintes reprises reconnue par les conférences des Parties des trois conventions (CDB, CCNUCC et CLD). À cet effet, les organes directeurs des Conventions concernées ont demandé à leurs secrétariats de tirer parti des liens qui existent entre eux, de les renforcer et de les valoriser. Cette approche synergique permettra notamment de promouvoir les aspects suivants :

- Créer et/ou renforcer le partage de l'information entre les partenaires
- Créer une compréhension commune des principaux défis environnementaux qui se posent à chaque pays
- Acquérir une vision durable intégrant les principaux défis environnementaux
- Éviter la duplication des efforts

XV.5- Instaurer une gestion du savoir et des connaissances

Il existe de très nombreuses définitions³⁸ relatives à la gestion du savoir et des connaissances. La définition proposée reflète, partiellement, toute la richesse de ce domaine car la gestion des connaissances se pratique plus qu'elle ne se définit.

« La gestion des connaissances est l'ensemble des processus mis en place par une organisation afin de créer, capturer, gérer, partager et appliquer ses connaissances en vue d'atteindre ses objectifs stratégiques »

³⁸ Deux autres définition de la gestion des connaissances: 1- "La GC concerne l'identification et l'analyse de la connaissance disponible et requise, puis la planification et le contrôle d'actions pour développer les avoirs de connaissances de telle sorte à atteindre les objectifs de l'organisation" (Macintosh, Position Paper on Knowledge Assets Management, 1996) & 2- "La GC revient à fournir la bonne connaissance à la bonne personne au bon moment de façon à ce qu'elle puisse prendre la meilleure décision" (Petrasch, Managing Knowledge Assets for Value, 1996).

La pensée de Confucius³⁹ « Ce que l'on sait, savoir qu'on le sait. Ce que l'on ne sait pas, savoir qu'on ne le sait pas: voilà le véritable savoir » pourrait nous inspirer pour des lignes directrices pour une gestion du savoir et des connaissances.

Au niveau organisationnel, la démarche consisterait à mettre en place des comportements, des processus et des technologies permettant :

- de connaître individuellement ce que l'organisation connaît collectivement et de pouvoir l'appliquer ;
- de connaître collectivement ce que chaque employé connaît individuellement et de le rendre applicable ;
- de savoir reconnaître ce que l'organisation ne sait pas et de pouvoir l'apprendre.

L'environnement décisionnel relatif aux thématiques de la biodiversité et des CCs est défini par un ensemble d'informations et de données qui sont réparties entre les différents acteurs. Certaines informations sont "communes" à tous les acteurs alors que d'autres sont "privées" dans le sens où seul un acteur dispose de ces informations. La "valeur de l'information partagée" est représentée par le différentiel de performances entre une situation sans partage d'information et une situation avec partage d'information

³⁹ Confucius, de son patronyme Kong et de son prénom Qiu, son nom social étant Zhongni, né le 28 septembre 551 av. J.-C. à Zou et mort le 11 mai 479 av. Wikipédia

XVI- RECOMMANDATIONS POUR LA STRATEGIE NATIONALE

En ratifiant le 06 juin 1995 la CDB, l'Algérie s'est engagée à élaborer une stratégie nationale de conservation et d'utilisation durable de la diversité biologique. Dans ce cadre, une première stratégie nationale sur la biodiversité et son plan d'action ont été élaborés en 2000.

A l'instar des autres pays et conformément à la décision X/10 de la Conférence des Parties à la CDB, l'Algérie a également soumis son 5^{ème} Rapport National (2014). Ces rapports fourniront une source importante d'informations pour un examen à mi-parcours des progrès accomplis vers la mise en œuvre du Plan stratégique 2011-2020 pour la biodiversité ainsi que pour l'atteinte des Objectifs d'Aichi. Les 5^{èmes} rapports nationaux contribueront également au développement de la quatrième édition des Perspectives mondiales de la biodiversité.

Actuellement l'Algérie est en phase d'élaboration d'une nouvelle Stratégie et des Plans d'Actions Nationaux (SPAN) relative à la biodiversité. L'élaboration de la présente étude rentre dans le cadre du SPAN, sa finalité étant de proposer des recommandations susceptibles d'enrichir et d'orienter cette stratégie nationale.

Avoir des objectifs cohérents et réalistes :

La 1^{ère} stratégie nationale de l'Algérie sur la biodiversité et son plan d'action, élaborés en 2000, n'ont été que partiellement appliqués. A cet effet, il est fortement recommandé que cette nouvelle stratégie ait une vision globale sur la biodiversité en Algérie et qu'elle s'appuie sur des objectifs cohérents et réalisables. L'établissement d'indicateurs permettra d'en faire le suivi sur des bases fiables et rigoureuses.

XVI.1- Promouvoir la cohérence et la synergie du cadre institutionnel

Parmi les contraintes qui ont ralenti l'application de la 1^{ère} Stratégie et du Plan d'Action National (2000) pour la conservation et la protection de la diversité biologique, la plus importante réside dans l'insuffisance de synergie et de coordination des actions entre les différents secteurs et départements ministériels (MATE, MADR, MPRH, MC, MRE, MICL en particulier) en charge de la mise en œuvre de cette stratégie (5^{ème} Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB, 2014). Cette insuffisance est expliquée en partie par le chevauchement des prérogatives et des missions des différents partenaires institutionnels qui se traduit sur le terrain par un même chevauchement similaire des compétences au niveau des institutions exécutives (Parcs, réserves, wilayas, APC, ...).

Aussi, il y a lieu de recommander :

- Harmoniser les missions des différentes institutions : Identifier les chevauchements dans les mandats de certaines institutions et procéder par la suite aux arrangements nécessaires afin de permettre à ces Institutions de disposer de missions et d'attributions cohérentes et complémentaires. A titre d'exemple, il y a lieu d'harmoniser les missions de l'ANN et du CNDBR afin de donner de la complémentarité et de l'efficacité à leurs actions notamment en termes d'inventaire de la biodiversité.

- Impliquer les acteurs à travers un partenariat win-win: il est également recommandé d'innover et de trouver les moyens pour mobiliser, intéresser et impliquer davantage l'ensemble des partenaires. Une telle démarche va au-delà de la coordination classique à travers des réunions pour prospecter un partenariat win-win avec chacun des partenaires.

1.1- Promouvoir la cohérence et la synergie avec les autres stratégies nationales les plans d'action en relation

La mise en œuvre des stratégies, programmes et plans d'actions nationaux n'est pas souvent menée à terme. De même, le suivi évaluation fait également défaut. Cette mise en œuvre se caractérise par des insuffisances en termes de concertation et de synergie ce qui conduit parfois à des redondances, voire des contradictions.

Cohérence avec les stratégie et Plans d'action en cours

La nouvelle Stratégie et les Plans d'Actions Nationaux (SPAN) relative à la biodiversité, en cours d'élaboration doivent s'inscrire dans les objectifs d'AICHI. Ceci étant, la SPAN doit également être en cohérence avec les autres stratégies nationales et sectorielles en relation. La SPAN et en particulier ses plans d'actions doivent également s'intégrer et compléter les autres Plans/programmes nationaux en cours (Le plan du Commissariat National du Littoral (CNL), Le plan du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), le Plan d'action du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, etc.).

Synergie avec le Plan National Climat (PNC)

Etant un pays particulièrement vulnérable aux CCs, la stratégie nationale de l'Algérie en matière de climat accorde la priorité à l'adaptation aux effets néfastes des CCs. Cette orientation se reflète pleinement dans le PNC dont les objectifs tournent autour de l'évaluation de la vulnérabilité aux CCs, de l'identification des impacts potentiels des CCs et des mesures d'adaptation. A ce niveau, il y a lieu de noter que la biodiversité joue un rôle important aussi bien pour atténuer les émissions de GES que pour s'adapter aux effets néfastes des CCs. Une synergie entre le SPAN et le PNC coule de source et ne peut qu'être fructueuse aussi bien pour préserver la biodiversité que pour lutter contre les CCs.

1.2- Instaurer une synergie entre les trois Conventions de Rio

Au niveau national, l'instauration d'une synergie entre les trois Conventions de Rio permettra notamment de promouvoir des activités communes qui sont de nature à donner plus d'efficacité à l'action nationale. Il s'agit de :

- Créer une compréhension commune des principaux défis environnementaux qui se posent à l'Algérie et faire le lien entre eux ;
- Acquérir une vision durable du développement en intégrant les principaux défis environnementaux dans les plans d'actions nationaux ;
- Créer et/ou renforcer le partage de l'information entre les partenaires ;
- Éviter la duplication des efforts

Pour cela, il y a lieu de recommander une démarche synergique, au niveau national, entre les trois Unités chargées du suivi de ces trois Conventions. Cela ne sous-entend en aucun cas la

création d'une nouvelle structure mais plutôt la création d'une dynamique de rencontre régulières, d'échange et de partage d'information afin d'intégrer les objectifs des trois conventions dans les stratégies/plans de développement.

1.3- Améliorer la gouvernance environnementale

La synergie institutionnelle et la gouvernance environnementale sont les clés de la réussite de toute politique environnementale. Ces aspects acquièrent encore plus d'importance quand il s'agit de traiter des thématiques environnementales particulièrement liées comme la biodiversité et les CCs. La synergie institutionnelle et de la gouvernance environnementale sont également très appréciées dans la mesure où elles favorisent une grande efficacité du soutien apporté par les partenaires internationaux, quant à la mise en œuvre de programmes d'action nationaux pour la protection de l'environnement et la préservation de la biodiversité.

Dans ce contexte et pour la discussion des principales questions environnementales, le MATE coordonne un processus de concertation officiel dont l'efficacité n'est pas toujours reconnue. En effet, on note des insuffisances en termes de conduite collective décisionnelle réunissant tous les acteurs nationaux et territoriaux. En outre, des contraintes de pouvoir décisionnel, de communications et de conflits d'autorité, subsistent à tous les niveaux hiérarchiques. Ainsi, les directions des Wilaya concernées par la diversité biologique sont sollicitées pour des actions ponctuelles issues d'orientations de l'autorité centrale, sans démarche globale continue. La planification de la diversité biologique, qui relève du long terme, n'est pratiquement jamais envisagée.

XVI.2- Mise à niveau du cadre réglementaire

L'analyse du cadre réglementaire a montré qu'il est riche et relativement étoffé néanmoins, il n'en demeure pas moins qu'il existe encore quelques aspects importants qui n'ont pas encore été abordés

2.1- Aspects non abordés

Il est recommandé d'accorder une importance particulière aux aspects suivants et de les inclure dans la mesure du possible dans la promulgation des nouvelles dispositions réglementaires :

- **Définir une option foncière définitive.** En effet, le droit d'usage des ressources de la biodiversité par rapport à une gestion individuelle, communautaire, collective ou étatique, n'est pas encore clairement défini dans la législation actuelle ;
- **Définir clairement les rapports citoyens/administration:** Les droits et les devoirs n'étant pas établis souverainement, clairement et définitivement, les rapports citoyens/administration peuvent devenir conflictuels. Ceci serait de nature à compromettre une meilleure prise en charge de la question des CCs et menacerait la préservation de la diversité biologique.
- **Intégrer des concepts innovateurs :** Certains concepts nouveaux (potentialités biologiques, équité intergénérationnelle, écodéveloppement, gestion participative etc...) qui constituent les thèmes de la gestion de demain de la biodiversité n'apparaissent pas toujours dans les textes de loi. De même, les services

écosystémiques relatifs à la séquestration du carbone par les forêts et les autres usages des sols, ne sont pas encore n'apparaissent pas dans la législation d'aujourd'hui.

2.2- Renforcer l'applicabilité du cadre réglementaire

En fait, la principale faiblesse demeure l'insuffisance dans l'application de ce dispositif réglementaire. A titre d'exemple, certains mammifères, comme les antilopes (l'oryx, l'addax...) sont de disparition récente, suite à un braconnage aux effets dévastateurs. De même, le chardonneret encore très présent il y a moins de deux décennies, est aujourd'hui en état de quasi disparition suite à un braconnage de très grande ampleur. En fait, le commerce lucratif de ce volatile est toujours florissant bien que cet animal est officiellement une espèce protégée. Plus généralement, les mesures réglementaires se rapportant aux délits et aux infractions à l'encontre des contrevenants sont aujourd'hui totalement obsolètes et doivent être amendées

Se donner les moyens pour la mise en œuvre : Certains textes de loi sont partiellement appliqués, voire non appliqués dans la mesure où ils ne sont pas accompagnés des moyens nécessaires pour la mise en œuvre. Ceci peut concerner :

- le manque de moyens de surveillance et de répression
- la diffusion restreinte par rapport aux concernés et à toute la population.
- la sensibilisation des juridictions inefficaces.
- l'information, l'explication et la vulgarisation massives inexistantes

2.3- Création d'un environnement fiscal efficace et propice

Ceci comprend :

- le retrait de certaines subventions néfastes pour l'environnement, conformément à l'objectif N°3 d'AICHI⁴⁰
- l'offre d'un allègement fiscal et autre mesure d'encouragement pour les investissements dans le domaine de la conservation de la diversité biologique.
- L'établissement d'une responsabilité environnementale plus forte (par ex. des obligations de performance, des exigences en matière de compensation)

De telles mesures nécessitent une volonté politique et des moyens matériels et humains pour la mise en œuvre.

2.4- Autres insuffisances

Les problèmes d'environnement et les enjeux liés aux CCs sont encore insuffisamment perçus au niveau de l'ensemble des acteurs sociaux. La réglementation actuelle est suffisante sur le plan des objectifs. Cependant, sa mise en œuvre sur le terrain est limitée compte tenu de l'insuffisance en matière de moyens matériels ou juridiques (2^{ème} Communication Nationale de l'Algérie au titre de la CCNUCC, 2010).

⁴⁰ Objectif N°3 d'Aichi : D'ici 2020 au plus tard, les incitations, y compris les subventions néfastes pour la diversité biologique, sont éliminées, réduites progressivement ou réformées, afin de réduire au minimum ou d'éviter les impacts défavorables. Des incitations positives en faveur de la conservation et de l'utilisation durable de la diversité biologique sont élaborées et appliquées, d'une manière compatible et en harmonie avec les dispositions de la Convention et les obligations internationales en vigueur, en tenant compte des conditions socio-économiques nationales.

Il faut signaler également les insuffisances qui subsistent dans le dispositif législatif malgré les incontestables efforts et progrès réalisés au cours des dernières années. Les mises à jour effectuées, les listes des espèces animales et des espèces végétales non cultivées protégées doivent encore être complétées et faire l'objet d'une méthodologie rigoureuse. Elles doivent également être étendues aux espèces marines.

Deux autres aspects sont particulièrement importants

- **Corriger la duplicité de certains textes juridiques:** Certains textes de lois sont sensiblement identiques, ils sont redondants et rendent la législation plus complexe. Ceci est de nature à créer certaines confusions dans les rôles et une duplicité des efforts
- **Nécessité de se référer à une base scientifique :** Certains textes de loi ne relèvent pas d'une base scientifique rigoureuse. L'application de tels textes peut amener dans certains cas à des effets inverses de ceux escomptés.

XVI.3- Améliorer les connaissances techniques

3.1- Mieux connaître les CCs attendus sur l'Algérie

L'analyse du cadre technique relatif aux CCs montre que les connaissances relatives aux CCs attendus sur l'Algérie sont insuffisamment connues. En fait, ils sont évalués d'une manière grossière sur la base des sorties de modèles globaux avec des résolutions très faible de l'ordre de 100 km. Ainsi, il est fortement recommandé de procéder à des projections de CC sur l'Algérie en utilisant des techniques de downscaling et à une résolution de l'ordre de 25 km qui est actuellement le standard au niveau internationale. De telles projections de CC avec une telle résolution permettraient de mieux appréhender la vulnérabilité de la diversité biologique aux CCs et de mieux évaluer les impacts attendus.

De par ses prérogatives et ses compétences dans le domaine, l'ONM est l'institution la plus habilitée à procéder à cette tâche. Dans ce cadre, la création au niveau de l'ONM d'un Centre Climatologique Régional (CCR) permettra d'assurer la collecte et la diffusion de l'information et la fourniture de produits et de services climatologiques. Dans ce sens, l'installation d'un nouveau ordinateur a permis d'asseoir les bases technologiques de la modélisation du climat. Un effort reste encore à faire en termes de renforcement des capacités afin d'améliorer l'utilisation de nouveaux modèles de prévision climatiques.

Pour se faire, nous recommandons dans une première étape de se référer à la base de données CORDEX⁴¹ afin de synthétiser les projections de CCs attendus sur l'Algérie. La base de données CORDEX contient les simulations climatiques à l'échelle régionales (CMIP5⁴²), réalisées à partir de techniques de downscaling avec des résolutions de l'ordre de 25 km. C'est la base de données utilisée par le GIEC pour son 5^{ème} rapport d'évaluation AR5 (2014). Cette base de données est libre d'accès. Il en est de même concernant l'utilisation des résultats des simulations des différents modèles

⁴¹ C'est un programme parrainé par le Programme Mondial de Recherche sur le Climat relevant de l'OMM. Il assure une coordination mondiale des activités de modélisation régionale du climat, à l'aide de technique de descente d'échelle (downscaling), pour améliorer l'adaptation aux CCs ainsi que l'évaluation des impacts au niveau régional.

⁴² CMIP5: the 5th Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5). C'est la base de données utilisée par le GIEC pour son 5^{ème} rapport d'évaluation AR5 (2014)

3.2- Mieux connaître la biodiversité algérienne et sa vulnérabilité

La biodiversité algérienne demeure assez mal connue à l'échelle nationale et les listes des espèces menacées sont loin d'être complètes.

Etablir une liste officielle d'espèces menacées

Il est recommandé d'affiner l'approche pour l'établissement d'une liste officielle d'espèces menacées selon une méthodologie claire et approuvée ainsi qu'une hiérarchisation de la sensibilité et de la vulnérabilité. La finalité étant :

- d'avoir une liste rouge nationale d'espèces menacées, reconnue de tous et actualisée d'une manière régulière
- d'améliorer et d'affiner les choix des espèces retenues dans le JO
- de mieux évaluer les services écosystémiques afin de mieux les valoriser

De même, l'établissement d'une liste d'indicateur bioclimatique permettrait de mieux suivre l'évolution de la biodiversité en fonction des CCs.

Améliorer les connaissances

Il y a lieu d'améliorer les connaissances relatives à la spécification des espèces, la caractérisation de leurs habitats et l'évaluation des écosystèmes les plus vulnérables. Mieux encore, nous devons avoir plus de précisions concernant l'identification des aspects de leur biologie écologique et évolutive qui déterminent leur vulnérabilité. De telles connaissances nous amèneront à mieux gérer cette vulnérabilité afin de minimiser les impacts attendus.

Mobiliser, impliquer et intéresser l'Université

On note une insuffisance en matière de recherche appliquée, malgré l'existence d'une loi d'orientation et de programmation de la recherche scientifique et technologique qui inscrit la diversité biologique parmi ses objectifs principaux. Le défi serait de mobiliser les nombreux laboratoires de recherche et leurs équipes pour des recherches sur la biodiversité et les CCs qui auraient une utilité et qui seraient applicable pour l'Algérie

Au niveau international, il existe une littérature émergente sur les propriétés spécifiques qui favoriseraient la vulnérabilité aux CCs (par exemple, la tolérance thermique) ainsi qu'une large documentation sur les caractéristiques qui influencent la vulnérabilité des espèces en général. En revanche, notre connaissance est encore limitée concernant les différents mécanismes d'adaptation écologique et/ou évolutive aux CCs qui sont reconnues comme étant des composantes essentielle dans l'évaluation de la vulnérabilité. Il y a lieu d'encourager le corps université qui est le plus habilité pour suivre la recherche au niveau international.

XVI.4-Dispositif de veille, monitoring et alerte

L'observation de la biodiversité mérite d'être restructurée et développée en vue de couvrir encore mieux la biodiversité algérienne et fournir le maximum de données utiles pour sa préservation

4.1- Structurer l'observation de la biodiversité en s'appuyant sur le réseau d'observation de l'ONM

Le développement des capacités d'adaptation des CCs en se basant sur le potentiel de la biodiversité, qui est le point de rencontre entre la biodiversité et les CCs, nécessite la mise en place d'un système d'observation, de surveillance et d'alerte sur la diversité biologique. Un tel système serait au préalable indispensable.

Dans ce cadre, il est nécessaire de renforcer la capacité d'organiser des dispositifs de suivi de la biodiversité en parallèle avec le suivi des CCs et de ses impacts en réunissant l'ensemble des structures universitaires et institutionnelles œuvrant dans ce domaine.

Le bon sens recommande que l'observation de la biodiversité s'appuie sur les réseaux d'observation météorologique/climatologique et profite de leur acquis :

- un réseau dense et couvrant tout le territoire national
- un réseau bénéficiant de moyens de télécommunication pour la collecte et la transmission rapide des données
- un savoir-faire dans la gestion des réseaux (maintenance, calibrage des instruments etc.)

Cette alternative est très viable surtout que l'observation et le suivi de la biodiversité est fondamentalement moins contraignante :

- 3 à 4 stations d'observation par écosystème serait largement suffisant,
- très peu de contraintes dans les délais d'observation dans la mesure où une observation par semaine, voire par mois serait largement suffisante
- également très peu de contrainte en termes de délais dans la transmission des données

Ces dispositifs, à l'échelle nationale, apporteront des outils d'aide à la décision, nécessaires pour anticiper les risques à venir en recourant aux mesures de prévention et d'adaptation aux CCs les mieux appropriées.

4.2- Contours d'un système d'observation et de suivi de la biodiversité biologique

Ce système d'observation et de suivi de la biodiversité serait structuré autour des deux structures de base qui seraient le CNDRB et l'ANN

CNDRB	ANN
Une mission et des prérogatives dans ce sens : Créé en 2002 par décret exécutif N° 02- 371, le CNDRB est venue répondre, avec d'autres organismes déjà existants, aux objectifs recommandés par la CDB, à savoir: i) Identification et surveillance de la diversité biologique (article 7); ii) Conservation in situ (article 8); ii) conservation ex situ (article 9); iv) Utilisation durable des composantes de la diversité biologique (article 10); v) Mesures incitatives (article 11) et vi) Recherche & Formation (article 12).	Une mission et des prérogatives dans ce sens : C'est un établissement public à caractère administratif et à vocation technique et scientifique. Elle a été créée par décret présidentiel en 1991, puis par décret exécutif n° 98-352 du 10/11/98 modifiant et complétant le décret de 1991. En liaison avec les structures concernées, l'ANN a pour objet d'assurer l'inventaire général de la faune et de la flore nationale et de proposer l'ensemble des mesures nécessaires à sa préservation et à son développement.

<p>Une complémentarité dans les rôles: Relevant du MATE, elle dispose de prérogatives larges touchant tous les domaines de la biodiversité. De même, à l’instar du MATE, elle a des prérogatives en terme de coordination</p>	<p>Une complémentarité dans les rôles: Une mission d’assurer l’inventaire général de la biodiversité avec un focus sur la faune et la flore agricole et forestière.</p>
<p>Spécificités : Un savoir-faire technologique et des capacités intéressantes dans la gestion des bases de données</p>	<p>Spécificités : Une culture et une tradition dans le travail de terrain. De même, elle dispose d’un réseau décentralisé</p>

Autour de ce noyau, il y a lieu de créer un réseau avec les autres institutions nationales disposant de compétences spécifiques dans ce domaine et les interconnecter à travers des interfaces automatisées. Les Institutions concernées par ce réseau sont :

- Écosystème agricole : l’INRA, l’Ecole nationale supérieur d’agronomie (ENSA) et l’Institut national de protection des végétaux (INPV), etc. ;
- Écosystèmes marins et côtiers : l’Ecole nationale supérieurs des sciences de la mer et de l’aménagement du littoral (ENSSMAL), le Commissariat national de littoral (CNL), le Centre national de recherche pour le développement de la pêche et de l’aquaculture (CNRDPA), etc. ;
- Écosystème forestier et montagneux : La DGF ;
- Écosystèmes steppique et saharien : le Haut-commissariat pour le développement de la steppe (HCDS), le Centre National de Recherche sur les Régions Arides (CNRRA)
- Zone humide : la DGF

Le graphique qui suit schématise cette proposition de créer un dispositif d’observation et de suivi de la biodiversité par la mise en réseau de l’ensemble des Institutions concernées par ce sujet.



Figure 20 Proposition d’un système d’observation et de suivi de la biodiversité par la mise en réseau des différentes Institutions concernées

Eviter la centralisation de l'information. En effet les moyens technologiques actuels en matière d'information et de communication permettent d'interconnecter plusieurs bases de données sans qu'il y ait de concentration physique des données. Une telle approche a le mérite de préserver la transparence de tous les partenaires et ainsi d'augmenter sensiblement leurs motivations vers une plus grande implication.

XVI.5- Asseoir les bases d'une culture de la gestion du savoir et des connaissances

5.1- Accessibilité, échange et partage de l'information

Globalement et malgré quelques avancées récentes, il reste un effort à accomplir pour rendre réellement accessible l'ensemble de l'information produite sur la biodiversité et le climat. Par ailleurs, beaucoup de travaux dans le cadre des activités de recherche déployées à l'Université restent non valorisés et ne donnent lieu qu'à une diffusion très restreinte.

La CBD accorde un intérêt particulier à l'échange de l'information et à la coopération entre les pays. Il en est de même concerne la CCNUCC qui dans son article 6 encourage les pays à « i) l'élaboration et l'application de programmes d'éducation et de sensibilisation du public sur les CCs et leurs effets; et ii) l'accès public aux informations concernant les CCs et leurs effets ». Pour faciliter ces processus, la CDB a mis sur pied un réseau international de partenaires appelé "le Centre d'échange d'informations pour la biodiversité". Le Centre d'Échange d'Information de l'Algérie (CHM), est relativement inconnu. Il pourrait potentiellement jouer un rôle plus important

Mise en place d'un système d'information environnemental

L'harmonisation dans la mise en œuvre des différents plans d'actions aux titres de la CDB et de la CCNUCC pourrait être envisagée à travers la mise en place d'un système d'information environnemental intégré au niveau communal (au niveau local), quand les conditions et les compétences existent, autrement au niveau de la wilaya ou de la zone identifiée (2^{ème} Communication nationale de l'Algérie au titre de la CDB, 2010)). La mise en place d'un tel système nécessite:

A cet effet, il est nécessaire de renforcer et de mettre en place un tel système d'information performants et l'harmonisation des systèmes de collecte des données afin :

- identifier et intégrer les différentes sources d'information dans les systèmes nationaux afin de disposer d'une information fiable et sûre
- acquérir les technologies de l'information et de la communication, et les rendre accessibles à toutes les sources et à tous les utilisateurs potentiels de l'information, afin de disposer de bases factuelles actualisées pour le développement de la recherche sur les CCs et la biodiversité
- Mettre en place des procédures permettant de garantir la production et la disponibilité de l'information. La définition des relations entre les différents sous-systèmes ainsi que des mécanismes nécessaires pour leur évaluation régulière est nécessaire;
- renforcer les capacités nationales de gestion du savoir et des connaissances

5.2- Renforcement des capacités

Le renforcement des capacités se décline au sens large en plusieurs volets :

- Renforcement des capacités du personnel (cadres supérieurs, ingénieurs, naturalistes, informaticiens, agents, etc.) pour leur permettre de mener à bien leurs missions,
- Renforcement en ouvrages scientifiques et techniques des bibliothèques des différentes Institutions,
- Renforcement en moyens d'exécution et d'intervention (Équipement technique de laboratoire, de terrain, matériel informatique et matériel roulant (Véhicules)).

Ainsi, le modèle d'organisation administrative des structures de base chargées de la conservation de la biodiversité (Parcs et réserves) est relativement inadapté. En effet, il accorde une place minimale au personnel scientifique et technique aussi bien au niveau de la hiérarchie qu'au niveau des appuis qu'ils peuvent fournir au niveau des tâches de conservation et de suivi de la diversité biologique. Il en résulte un suivi insuffisant des plans d'aménagement et de gestion des sites sensibles d'autant plus que les gestionnaires des aires protégées n'ont pas toujours le profil répondant aux spécificités de la fonction. Leur formation reste, dans ce sens, un objectif prioritaire. Il est raisonnablement permis de penser que les plans de gestion en cours d'élaboration devraient atténuer, voire corriger, ces insuffisances pour une meilleure efficacité des structures concernées.

5.3- Capitalisation des acquis

Les recommandations des études réalisées sont rarement appliquées. En fait, il n'est pas suffisamment tenu compte des leçons et des erreurs antérieures et à cet effet, la capitalisation des acquis, est à valoriser.

Le MATE, a financé une cinquantaine de projets de recherche liés à la connaissance et la conservation de la diversité biologique, pour intéresser davantage de chercheurs. Cet effort a apporté un plus mais reste insuffisamment exploité.

De même, grâce à ses relations privilégiées aussi bien avec ses partenaires nationaux qu'internationaux, l'Algérie a bénéficié d'un nombre important de projets. La coopération technique internationale a appuyé l'Algérie dans l'élaboration de plusieurs stratégies et plan d'actions nationaux qui n'ont pas été toujours appliqués.

Le manque dans le suivi et l'évaluation des projets est une lacune très importante, qu'il faudra rapidement combler. Ceci se traduit par une faible capitalisation des acquis de ces projets autant au niveau des résultats à valoriser que des leçons à retenir.

XVI.6-Développer l'approche participative

6.1- Renforcement du partenariat avec les ONGs

Des associations liées au domaine de la biodiversité se créent un peu partout et peuvent. Dans certains cas, elles sont même être renforcées par les institutions de l'état à l'instar du réseau ornithologique de la DGF. De même, l'ANN a appuyé la création de quelques institutions notamment au niveau des Wilayas.

Les ONGs s'impliquent autant que possible dans la protection de l'environnement et l'amélioration du cadre de vie néanmoins elles ne sont pas suffisamment nombreuses et dynamiques et disposent de peu de moyen pour que leur action soit reconnue. De même, le milieu associatif et la société civile dispose d'une vision relativement limitée notamment au

niveau des enjeux environnementaux. En fait, ils n'ont pas les moyens et les capacités de jouer un rôle de partenariat, leur contribution se limite à la participation à des réunions ainsi qu'à quelques actions disparates sur le terrain.

Par ailleurs, bien qu'elle vise la restructuration du tissu associatif algérien, la nouvelle loi sur les associations est relativement astreignante, elle pose des nouvelles contraintes à la création des associations.

En 2012, une convention de coopération pour la préservation de la nature a été signée entre l'Union du Maghreb Arabe (UMA) et l'UICN. Elle fut suivi en 2014 par la signature à Rabat d'un mémorandum d'entente pour promouvoir la coopération entre les deux institutions, son objectif étant la conception et la mise en œuvre d'initiatives conjointes dans le domaine de la conservation et la gestion durable de la biodiversité dans les pays du Maghreb. Ce cadre de collaboration permettrait à des ONGs algériens œuvrant dans le domaine de la biodiversité à bénéficier de l'appui de l'UICN.

6.2- Sensibilisation et information

Les activités de sensibilisation et d'information, telles qu'elles sont jusqu'à nouvel ordre n'ont pas permis d'atteindre les effets escomptés. Le seul mot d'ordre qui permettrait de faire des avancées significatives dans ce domaine est l'innovation.

Valoriser la perception de la biodiversité

Outre ces insuffisances afférant à la mentalité il y a lieu de noter d'autres insuffisances liées à la perception de la biodiversité ainsi qu'aux spécificités de la sensibilisation de la société en général (Synthèse de la stratégie algérienne d'utilisation durable de la diversité biologique, 2000), à savoir :

- **Insister sur la préservation de l'environnement en général comme étant une éthique sociale.** La sensibilisation et la participation populaires au respect, à la protection et à la gestion durable de l'environnement en général et de la diversité biologique en particulier, doit prendre un caractère social à haute valeur ajoutée. Une telle éthique sociale qui trouve ses racines dans les valeurs sociales de l'Algérie ne pouvant que rejeter tout comportement peu respectueux et indifférent vis à vis de la dégradation de la diversité biologique.
- **Les jeunes en tant que cheval de bataille :** Les évaluations passées ont montré que globalement les classes d'âges moyens sont les moins sensibles à la préservation de l'environnement. Les jeunes ont un esprit vierge, ils réfléchissent sans appréhensions et ils sont réceptifs. Grâce à des programmes scolaires adaptés comportant des approches pédagogiques de nature à accroître les connaissances et à générer un savoir et un comportement respectueux de la diversité biologique et permettant de lutter contre les CCs, les jeunes peuvent devenir des acteurs actifs dans ces domaines. Il faut également innover en capitalisant leurs énormes capacités et aptitudes à utiliser les technologies de la communication et des réseaux sociaux pour en faire un vecteur de préservation de la biodiversité et de lutte contre les CCs
- **La capitalisation et à la valorisation de la littérature et de l'oralité culturelles** sur la diversité biologique et la lutte contre les CCs : Une telle approche ne peut que

renforcer la culture individuelle et sociale liée à la diversité biologique et aux CCs et créer des conditions favorables à l'amélioration de leurs gestions.

Œuvrer pour changer les mentalités

Des insuffisances afférant à la mentalité ont été relevé à savoir: i) le concept du « Beylec », ii) l'abandon du concept de terroir, iii) la perception de la biodiversité en tant que source vénale de biens intarissables. De même, les CCs sont considérés, dans certains milieux, comme étant une question divine sur laquelle l'Homme n'a aucun pouvoir.

Il faut adopter des approches appropriées visant à changer les mentalités en vue d'acquérir un comportement respectueux de l'environnement et permettant de préserver la biodiversité et lutter contre les CCs tout en montrant le respect nécessaire aux croyances.

Innover dans les messages

En général, les messages sont relativement standardisés et peu adaptés à l'orateur. De même, ces messages ont souvent tendance à traiter les problématiques de la biodiversité et des CCs avec un caractère global et peu de références au niveau national. D'ailleurs la responsabilité minimale des pays en développement aux CCs, à l'instar de l'Algérie, crée souvent un sentiment légitime d'une responsabilité limitée qui porte souvent préjudice. En fait, l'équation est simple:

- Même si nous avons une responsabilité limitée dans le domaine des CCs
- Il est de notre intérêt d'être un acteur actif dans la recherche de solutions autrement les solutions trouvées ne prendrons pas en compte nos intérêts

Pour cela, il est fortement recommander de

- Cibler le public: En effet, il faut d'abord définir des classes de public cibles en fonction de leur intérêt, économique en particulier, de leur perception de la question de la biodiversité et des CCs, de leur mentalité, de leurs aptitudes e capacités à réagir, etc.
- Innover dans le contenu du message: il y a lieu d'adopter un langage clair et perceptible pour chaque public cible tout en dimensionnant son contenu en fonction de sa perception, de sa vulnérabilité à la question de la biodiversité et des CCs et surtout de ses intérêts économiques
- Innover dans la manière: les discours classiques et les longues présentations power point ne sont plus d'actualité et ne permettent plus d'atteindre les objectifs escomptés. Les discussions en petits groupes, les jeux tel que le jeu de rôle, les visites de terrain et le contact direct avec le public cible sont de nature à créer une certaine proximité qui favorise le passage de message

CONCLUSION

Le lien entre les CCs & la biodiversité est à la fois nouveau et complexe. Une recherche bibliographique a permis d'adopter un Cadre conceptuel⁴³ interactif pour représenter cette liaison à double sens. Un atelier de restitution des résultats préliminaires de l'étude, tenu le 23 décembre 2014 à Alger, a permis de discuter et de valider ce cadre conceptuel entre la biodiversité et les CCs à travers trois matrices croisées avec des critères permettant d'évaluer :

- la vulnérabilité d'un écosystème
- la vulnérabilité d'une espèce
- les impacts attendus sur une espèce donnée.

Un tel exercice exploratoire et à caractère qualitatif présente l'opportunité de faire une première évaluation qualitative qui permettra:

- d'identifier les espèces qui à priori présenteraient une vulnérabilité marquée aux CCs et vice versa celles qui présenteraient une forte résilience aux aléas climatiques
- d'avoir un premier jugement qualitatif sur les contributions respectives des actions anthropiques et celles des CCs dans la dégradation actuelle de la biodiversité en Algérie.

Ainsi, l'action anthropique semble jouer un rôle déterminant pour l'ensemble de la biodiversité algérienne. Les impacts des CCs viennent en complément pour aggraver cette situation. Les CCs, en tant que facteur principal de détérioration de la biodiversité, menacent en premier lieu l'habitat des espèces. Les évaluations ont permis d'explorer plusieurs cas de figures :

- des espèces peu vulnérables aux CCs mais dont la résilience aux aléas du climat a été diminuée par l'action anthropique (Tadorne, Flamant rose, Goéland d'Audoin,),
- des espèces endémiques, non pas à cause d'une vulnérabilité au climat mais plutôt à cause de l'action anthropique (Sittelle de Kabylie, Alfa et Outarde Houbara,),
- des espèces dont la vulnérabilité au climat explique leurs régressions (L'Aulne glutineux, Patelle, Acacia tortilis,),
- des espèces pour lesquelles l'action anthropique conjuguée aux effets du climat ont contribué à leurs régressions (Le cyprès du Tassili, Corail rouge, Gazelle Dorcas, ..),

Au niveau institutionnel, l'examen a révélé que le cadre institutionnel algérien destiné à mettre en œuvre les trois Conventions de Rio est relativement étoffé. Il couvre l'ensemble des domaines en relation avec la biodiversité et les CCs. Néanmoins, il y a lieu de mentionner certaines insuffisances en rapport avec le chevauchement des mandats de certaines institutions

⁴³Source: Towards an Integrated Framework for Assessing the Vulnerability of Species to Climate Change, Stephen E Williams, Luke P Shoo, Joanne L Isaac, Ary A Hoffmann, Gary Langham, 2008.
<http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0060325#pbio-0060325-g001>

ainsi qu'un manque de synergie et de cohérence qui conduit parfois à des redondances voire des contradictions.

L'examen a également révélé que le dispositif réglementaire est relativement bien étoffé et qu'il couvre également l'ensemble des domaines en relation avec la biodiversité et les CCs. Néanmoins, il comprend également quelques insuffisances ayant trait à l'applicabilité de certains textes ainsi que certains aspects qui ne sont pas abordés.

La revue du cadre technique en relation avec la mise en pratique des stratégies et des programmes nationaux relatifs à la mise en œuvre des trois Conventions de Rio a permis de mettre en relief les résultats suivants:

- l'observation météorologique et climatologique est relativement bien structurée et demeure en conformité avec les normes de l'OMM. En revanche, l'observation de la biodiversité en Algérie est encore insuffisante et fragmentaire,
- les connaissances relatives à la vulnérabilité et aux impacts attendus des CCs sur les principaux écosystèmes, ainsi qu'à leurs diversités biologiques demeurent limitées. Deux insuffisances peuvent traduire le chemin qui reste encore à parcourir : i) l'inventaire de la biodiversité en Algérie est encore incomplet et son élaboration de manière systématique est encore à l'étude, ii) les projections des CCs sur l'Algérie sont à des résolutions très en dessous du standard international. Elles ne permettent pas une évaluation, de fiabilité acceptable, de la vulnérabilité aux CCs et des impacts attendus.
- l'Algérie bénéficie d'une collaboration fructueuse avec plusieurs partenaires nationaux et internationaux, à travers des fonds et des appuis techniques qu'il met au profit de la mise en œuvre de ses stratégies nationales de lutte contre les CCs et de préservation de la biodiversité. Malheureusement, cet appui n'est pas valorisé comme il se doit.

Nous recommandons également d'aborder cette relation « Biodiversité & CCs » selon des concepts novateurs qui mettent notamment l'accent sur la valeur de la biodiversité en tant que capital économique et source de revenus. Il y a lieu également d'aborder cette relation entre la biodiversité & les CCs dans le cadre d'une approche win-win dans la mesure où la préservation de la biodiversité permet de faire face aux CCs au même titre que l'atténuation des CCs permet de diminuer la pression sur la biodiversité.

Ainsi, en combinant l'analyse des différents cadres institutionnel, réglementaire et technique et en se basant sur une approche novatrice de la biodiversité, nous avons formulé des recommandations qui tendent à améliorer la mise en œuvre des Conventions de Rio. Ces recommandations s'articulent principalement autour de:

- La Promotion de la cohérence et de la synergie du cadre institutionnel et ce: en favorisant la cohérence avec les autres stratégies nationales et les plans d'action en relation, en instaurant une synergie entre les trois conventions de Rio et en améliorant la gouvernance environnementale ;

- la mise à niveau du cadre réglementaire et ce: en intégrant les aspects non abordés, en renforçant l'applicabilité du cadre réglementaire et en créant un environnement fiscal efficace et propice ;
- la gestion du savoir et des connaissances et ce: en améliorant les connaissances concernant les CCs attendus sur l'Algérie et la biodiversité algérienne et sa vulnérabilité aux CCs, en structurant l'observation de la biodiversité, et en intégrant le savoir et la connaissance universitaire dans la prise de décision.

Enfin, la sensibilisation et l'information est également un domaine très important ou il faudra incontestablement innover. Aussi, il y a lieu de cibler les différents acteurs (décideurs politiques, opérateur économiques, et grand public.), adapter le message et innover son contenu.

Références bibliographiques

- Abdallah, F. And Chaieb, M. (2012). The Influence of Trees On Nutrients, Water, Light Availability And Understorey Vegetation In An Arid Environment. *Applied Vegetation Science* : N/A-N/A.
- Attum, O., Ghazali, U., El Noby, S.K., Hassan. I.N. (2014) .The effects of precipitation history on the kilometric index of *Dorcas Gazelles*. *Journal of Arid Environments* 102. 113p116
- Barbraud, C., Johnson, A.R. & Bertault, G. (2003). Phenotypic correlates of post-fledging dispersal in a population of greater flamingos: the importance of body condition. *Journal of Animal Ecology* 72: 246-257.
- Beaubrun, P. (2004). Plan de restauration du Goéland d'Audouin (*Larus audouinii*). Direction Régionale de l'Environnement de Corse (n° 1286BR/BR, PNRC ACT). 76 p.
- Bekdouche, F.(2010). Evolution après feu de l'écosystème subéaric de Kabylie (Nord Algérien). (thèse de Doctorat d'Etat). Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou.
- Beldi, H., Boumaza, F. Z., Draredja, B., Soltani, N. (2012). Biodiversité des *Patellidae* (*Gastropoda*, *Prosobranchia*) Du golf d'Annaba (Algérie Nord-Est) *Bull. Soc. zool. Fr.*, 137(1-4) : 121-132.
- Belkhir, S., Koubaab, A., Khadhri, A., Ksontini, M., Nadji, H., Smiti, S., Stevanovic, T. (2013). Seasonal effect on the chemical composition of the leaves of *Stipa tenacissima* L. and implications for pulp properties *Industrial Crops and Products* 44 56– 61
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., and Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity.
- Benrachou, N. (2013). Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est Algérien Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba 112p.
- Besnard, G. (2009). Génétique et évolution des plantes en milieu Méditerranéen et tropical. Thèse Doct, Univ. Des sciences et technologie de Lille I (France), pp4-16.
- Besnard, G., Berville, A. (2005). Les Origines de l'Olivier (*Olea europaea* L.) et des oléastres. Ed. AITAE, AEP.
- Bird Life International . Burnier E. 1976. Une nouvelle espèce de l'avifaune paléarctique : la Sittelle kabyle. *Sitta ledanti* », *Nos Oiseaux*, vol. 33, fascicule 8, no 365,340-337
- Bird Life International. 2005. Species fact sheet: *Chlamydotis undulata*. <http://www.birdlife.org>
- Boudouresque, C.F., Beaubrun, P.C., Relini, G., Templado, J., Van Klaveren, M.C., Van Klaveren, P., Walmsley, J.G. Zotier, R. (1996). Critères de sélection et liste révisée des espèces en danger et menacées (marines et saumâtres) en Méditerranée. GIS Posidonie Publishers, Marseille, Fr. : 1-73.
- Bourass, K., Zaïme, A., Qninba, A., Benhoussa, A., Idrissi, H. R., et Hingrat, Y. (2012). Evolution saisonnière du régime alimentaire de l'Outarde houbara nord-africaine, *Chlamydotis undulata undulata*. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2012, n°34 (1), 29-43.
- Boutkhal, S. (2012). Les principales maladies fongiques de l'olivier (*Olea europea* L.) en Algérie : répartition géographique et importance. Mémoire de Magister en biotechnologie. Université d'Oran faculté des sciences. p133.
- Bradshaw, WE. et Holzapfel, CM. (2006). Evolutionary response to rapid climate change. *Science* 312: 1477-1478.
- Bramanti, L., Vielmini, I., Rossi, S., Stolfa, S. et Santangelo, G. (2011). Involvement of recreational scuba divers in emblematic species monitoring: the case of Mediterranean red coral (*Corallium rubrum*). *J. Nat. Conserv.* 19 (5), 312–318
- Cabane, F. (2008). Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral. Version 16. Ifremer. Doc/El 08-11/RV.293p.
- Cabaret, J., Andre, F., Pastor, J., Harmelin, J.G. et Pean, M. (2008). Poissons osseux pélagiques près des fonds, *Epinephelus marginatus* (Lowe,1834), Doris (données d'observation pour la reconnaissance et l'identification de la faune et de la flore subaquatique). Fiche Espèce (N°474). http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=474.
- CDB, Biodiversité – définition et importance, année internationale de la Biodiversité 2010.
- Chammem, M. (2002). Contribution à l'étude de l'écologie de l'outarde houbara (*Chlamydotis undulate undulate*) en Tunisie. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'études approfondies. 70p.

- Chammem, M., Khorchani, T., Boukhris, M., Combreau, O., Chniti, L. et Hammadi, M. (2003). L'outarde houbara (*Chlamydotis undulata undulata*) en Tunisie: statut actuel et distribution géographique. *Alauda*, 71, 41-47.
- Chammem, M., Selmi, S., Nouira, S. et Khorchani, T. (2008). Factors affecting the distribution of Dorcas gazelle. *J. Zool.* 275, 146e152.
- Chown, S.L. et Gaston, K.J. (2008). Macrophysiology in a changing world. *Proc R Soc Lond B* 275: 1469-1478.
- Claessens, H. (1999). Conception d'un catalogue des stations dans le cadre de la gestion intégrée des forêts hydrophiles : application à l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*(L.) Gaertn. en région wallonne. Thèse Doct. Faculté univ. des sciences agronomiques de Gembloux, 302p,
- Communication Nationale Initiale de l'Algérie sur les Changements Climatiques. (2001). Projet national ALG/98/G3, Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques. Direction générale de l'environnement.
- Derbal, F., Kara, M.H. et Faure E. (2007). Exposé synoptique des données écobiologiques sur le mérrou brun *Epinephelus marginatus* (serranidae) des côtes de l'est Algérien. *Sciences & Technologie C-N°26*, 17-25.
- Derbal F. et Kara M.H. (2005). Composition variabilité et structure de l'ichtyofaune de l'herbier superficiel à *Posidonia oceanica*(L.) Dellile, dans deux régions de la baie d'Annaba (Algérie, Est). VI Congrès Magrébin des Sciences de la mer, 17-21, Monastir, Tunisie.
- DGF (2009). L'arganeraie algérienne. Numéro spécial, publication du projet ALG/G35, p15.
- Errouati, A. (2005). Problématique de la régénération assistée et des reboisements à base d'*Argania spinosa* dans la région du massif forestier d'Amsitten (Province d'Essaouira). Mémoire de 3ème Cycle, ENFI, Salé, Maroc, 42p.
- LAOUAR, S., sd : Etat de la biodiversité en Algérie
- Espinosa, F. & Bazairi, H. (2009). Etude biologique des populations de patella Ferruginea de l'Archipel de Zembra.
- Feghaoui, A. (2008). Ecobiologie et exploitation du mérrou brun *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) de la cote oranaise. Diplôme de Magister. Faculté des sciences université d'Oran.
- Ferchichi, A., Chaieb, C. et Ferjani, E. (2004). Caractérisation de la variabilité du comportement phytologique de certaines populations d'*Artemisia herba-alba* du sud tunisien. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM. p. 211-216 (Cahiers Options Méditerranéennes ; n. 62).
- Fjerdingstad, E., Schtickzelle, N., Manhes, P., Gutierrez, A. et Clobert, J. (2007). Evolution of dispersal and life history strategies-Tetrahymena ciliates. *BMC EvolBiol* 7: 133.
- Floret, Ch. et Pontannier, R. (1982). L'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol, végétation et aménagement. *Trav. Doc. ORSTOM n° 155*, 544 p.
- Garrabou, J., Perez, T., Sartoretto, S. et Harmelin, J.G. (2001). Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 217, 263–272.
- GIEC, 2007. 4ème rapport d'évaluation, WGI: the Physical science basis.
- GIEC, 2013, 5ème rapport d'évaluation, changements climatiques 2013 Les éléments scientifiques Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du groupe de travail I au 5ème rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- GIEC, WGI: the Physical science basis, 2013
- Grati, K. N. et Khelif, M. (2001). Caractérisation technologique des variétés d'olivier cultivées en Tunisie. *Revue Ezzaitouna*, Tunis page 54 / ISSN -0330-6828.
- Grettenberger, J. (1987). Ecology of the Dorcas gazelle in northern Niger. *Mammalia* 51, 527e536.
- Grimes, S., Boutiba, Z., Bakalem, A., Bouderbala, M., Boudjellal, B., Boumaza, S., Boutiba, M., Guedioura, A., Hafferssas, A., Hemida, F., Kaïdi, N., Kerzabi, F., Khelifi, H., Merzoug, A., Nouar, A., Sellali, B., Sellalimerabtine, H., Semroud, R., Seridi, H., Taleb, M.Z. et Touahria, T. (2004). Biodiversité marine et littorale algérienne. *Projet Sonatrach/LRSE*. Eds. Sonatrach.
- Grouzis, M. And Floc'h, É. L. (2003a). Un Arbre Au Désert: *Acacia Raddiana* , Institut De Recherche Pour Le Développement Editions.

- Guinet, P. And Vassal, J. (1978). Hypotheses on The Differentiation of The Major Groups In The Genus *Acacia* (Leguminosae). *Kew Bulletin* 32(3): 509-527.
- Kadi-Hanifi, H. (2003). Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Sécheresse*, 14(3), 169–179.
- Haguenaer, A., Zuberer, F., Ledoux, J-B., Aurelle, D. (2013). Adaptive abilities of the Mediterranean red coral *Corallium rubrum* in a heterogeneous and changing environment: from population to functional genetics. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 449, 349–357
- Hannachi H., M'sallem M., Benalhadj S., El-Gazzah M. (2007). Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea*) en Tunisie. *C.R. Biologies* 330, p 135-142.
- Henry, S. (2003). L'huile d'olive : son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Thèse Doct. D'état. Pharmacie. Univ. Henry Poincaré, Nancy 1 (France) 10-90.
- Hijmans, R.J. et Graham, C.H. (2006). The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biol* 12: 2272-2281.
- Hingrat, Y., Ysnel, F., Saint Jalme, M., Le Nuz, E. et Lacroix, F. (2007). Habitat use and mating system of the Houbara Bustard in a semi-desertic area of North Africa: implications for conservation. *Journal of Ornithology*, On line.
- Hirche A., Boughani A., Salamani M. (2007). Evolution de la pluviosité dans quelques stations arides algériennes. *Science et changement planétaire/Sécheresse*, Vol.18, N°4 314-20
- Howaida, F., A. Rahman. and Krzywinski, K. (2008). Environmental effects on morphology of *Acacia tortilis* group in the Red Sea Hills, North-Eastern Sudan and South-Eastern Egypt. *Forest Ecology and Management* 255, 254–263
- Johnson, A. and Cézilly, F. (2007). The Greater Flamingo. T & AD Poyser, London. 328 p.
- Johnson, A.R. (1989). Movements of Greater Flamingos (*Phoenicopterus ruber roseus*) in the Western Palearctic. *Revue d'écologie* 44: 75-94.
- Kearney, M. and Porter, W.P. (2004). Mapping the fundamental niche: Physiology, climate, and the distribution of a nocturnal lizard. *Ecology* 85: 3119-3131.
- Kechebar, M.S.A., Karoune, S. Belhamra, M. et Rahmoune, C. (2013). Etude structurale des peuplements d'arganier (*Argania spinosa*) en Algérie. *Journal Algérien des Régions Arides* N° Spécial 2013.
- Kennedy, A.D. (1997). Bridging the gap between general circulation model (GCM) output and biological microenvironments. *Int J Biometeorol* 40: 119-122.
- La Mesa, G., Di Muccio, S. et Vacchi, M. (2006). Abundance, size distribution and habitat preference in the grouper assemblage of the Ustica marine reserve (SW Mediterranean). *Cybium*. 365-377.
- Labidi, S., Nasr, H., Zouaghi, M. And Wallander, H. (2007). "Effects of Compost Addition on Extra-Radical Growth of *Arbuscular Mycorrhizal* Fungi in *Acacia Tortilis Ssp. Raddiana* Savanna In A Pre-Saharan Area." *Applied Soil Ecology* 35(1): 184-192.
- Lakhdari, A. and Khechairi, R. (2011). La diversité faunistique par les différentes espèces qu'il abrite, notamment en espèces sauvages.
- Lavee S. (1992). Evolution of cultivation techniques in olive growing. In *olive oil quality*. Florence, 37-44.
- Lazzeri, Y. (2009). L'olivier en Méditerranée. Conférence centre culturel Français de Tlemcen-Algérie. Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne.
- Lazzez, A., Cossentini, M., Khelif, M. and Karray, B. (2006). Etude de l'évolution des stérols, des alcools aliphatiques et des pigments de l'huile d'olive au cours du processus de maturation. *Journal de la société chimique de Tunisie*. 8, p 21 – 32.
- Le Floch, E. (1989). Biologie et écologie des principaux taxons in “ Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne : I. Eléments de botanique et de phyto-écologie”. 193 p
- Ledoux, J.B., Garrabou, J., Bianchimani, O., Drap, P., Feral, J.P. and Aurelle, D. (2010b). Fine-scale genetic structure and inferences on population biology in the threatened Mediterranean red coral, *Corallium rubrum*. *Mol. Ecol.* 19, 4204–4216.
- Ledoux, J.B., Mokhtar-Jamaï, K., Roby, C., Féral, J.P., Garrabou, J. and Aurelle, D. (2010a). Genetic survey of shallow populations of the Mediterranean red coral [*Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758)]: new insights into evolutionary processes shaping nuclear diversity and implications for conservation. *Mol. Ecol.* 19 (4), 675–690.

- Lumaret, R., Tryohon-Dionnet, M., Michaud, H., Sanuy, A., Ipotesi, E., Born, C. & Mir C. (2005). Phylogeographical variation of chloroplast DNA in cork oak (*Quercus suber*). *Ann. Bot.*, 96, 853-861.
- **Neuville, M., Vakrou, A. and Schröter-Schlaack, C. (2008). Brussels, Belgium.**
- McKinney, M.L. (1997). Extinction vulnerability and selectivity: Combining ecological and paleontological views. *Annu Rev EcolSyst* 28: 495-516.
- Milagh, M. (2007). L'arbre vert du désert menacé. *El Watan* : Jeudi 23 août 2007 p21
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005a. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Available at www.millenniumassessment.org/en/Condition.aspx (last access 8 May 2008).
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005b. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Available at www.millenniumassessment.org/en/Framework.aspx (last access 8 May 2008).
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005c. Ecosystems and Human Well-being: General Synthesis. Available at www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.aspx (last access 8 May 2008).
- Million, A., Nielsen, J.T., Bretagnolle, V. & Moller, A.P. (2009). Predator-prey relationships in a changing environment: the case of the sparrowhawk and its avian prey community in a rural area. *J. Animal Ecol.*, 78, 1086-1095.
- Mitchell, NJ, Kearney, MR, Nelson, NJ, Porter, WP. (2008). Predicting the fate of a living fossil: How will global warming affect sex determination and hatching phenology in tuatara? *Proc R Soc Lond B* 275: 2185-2193.
- Nabti, E. Sahnoune, M., Adjrad, S., Van Dommelen, A., Ghoul, M., Schmid, M. and Hartmann, A. 2007. A halophilic and osmotolerant *Azospirillum brasilense* strain from Algerian soil restores wheat growth under saline conditions. *Eng. life Sci*, 7, N°4, 354-360.
- Nedjraoui D. (2011). Vulnérabilité des écosystèmes steppiques en Algérie.
- Nedjraoui D. (2009). Intégration des aspects socio-économiques dans la mise en oeuvre d'un système de surveillance environnementale : Side Event OSS ; UNCCD/CST First Scientific Conference, Buenos Aires, Argentina, 22-24.
- Nouaceur, Z., Laignel, B. et Turki, I. (2013). Changements climatiques au Maghreb : vers des conditions plus humides et plus chaudes sur le littoral algérien ?. *Physio-Géo*. 7. doi : 10.4000/physio-geo.3686.
- Ourcival, J.M. (1992). Réponse de deux chamaephytes de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations. Thèse Doc. USTL, Montpellier, 167 p.
- Pichot C., et El Maataoui, M. (2000). Anomalies de la reproduction et ressources génétiques chez *Cupressus dupreziana* A. Camus. *Rec. Sem. Inter: « Redécouvrir et réinventer une sylviculture en zones arides »*. INRF – CRSTRA Djanet 90-97.
- Rapport UNEP, Global Biodiversity, Assessment.1995. MEDIOUNI (2000a), modifié et actualisé par l'équipe d'expert du 4ème Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB.
- Rapport : Gestion des écosystèmes, Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).
- Rhanem, M., (2010). Esquisse d'une typologie géomorphologiques de quelques cédraies à *Cedrus atlantica* Man. dans le Haut Atlas oriental de Midelt (Maroc). Menaces et perspectives de conservation, de gestion et de restauration. *Quad. Bot.Amb. Appl.*, 21. 135-153.
- ROSELT/OSS Algérie. (2005). Observatoire des Hautes Plaines Steppiques du Sud Oranais. Bilan final du projet. 135p.
- Sahli, F. (2007). Le Cyprès du Tassili *cupressus dupreziana* A.camus Conservation in situ et ex situ. Institut National de Recherche Forestière.
- Seconde Communication Nationale de l'Algérie sur les Changements Climatiques. 2010. Projet GEF/PNUD 00039149, Ministère de l'aménagement du territoire de l'environnement.
- Slimani, H, Aidoud, A. et Roze, F. (2010). 30 Years of protection and monitoring of a steppic range land undergoing desertification. *Journal of Arid Environments*. 74.685-691.
- Stephen E. Williams, Luke P. Shoo, Joanne L. Isaac, Ary A. Hoffmann, Gary Langham. (2008). Towards an Integrated Framework for Assessing the Vulnerability of Species to Climate Change. *PLoS Biology* 6 (12) 325.
- Teeb. (2010). Économie des écosystèmes et de la biodiversité Rapport pour les entreprises, Résumé.
- Ten Brink, P. and Bräuer, I. (2008). Proceedings of the Workshop on the Economics of the Global Loss of Biological Diversity, with inputs from Kuik, O., Markandya, A., Nunes, P. and Rayment, M., Kettunen

- Thibault, J.C., Zotier, R., Guyot, I. & Bretagnolle, V. (1996). Recent trends in breeding marine birds of the Mediterranean region with special reference to Corsica. *Colonial Waterbirds* 19(Special publ.): 31-40.
- Torrents, O., Tambuté, E., Caminiti, N. et Garrabou, J. (2008). Upper thermal thresholds of shallow vs. deep populations of the precious Mediterranean red coral *Corallium rubrum*: assessing the potential effects of warming in the NW Mediterranean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 357, 7–19.
- Tourenq, C., Aulagnier, S., Durieux, L., Lek, S., Mesleard, F., Johnson, A. & Martin, J.L. (2001). Identifying rice fields at risk from damage by the Greater Flamingo. *Journal of Applied Ecology* 38 : 170-179.
- Troadec, V. (2006). Suivi de la reproduction du Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna L.*) dans la baie de St Briec.
- Vielliard, J. (1976). Un nouveau témoin relictuel de la spéciation dans la zone méditerranéenne : *Sitta ledanti* (Aves, Sittidae), *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, vol. 283. 1193-1195
- Wahidi, F. (2004). Le Cyprés de l'Atlas. Division de Recherches et d'Expérimentations Forestières. Centre régional de la recherche forestière, Marrakech, Maroc. Cypmed.
- Walid, L. D., Skirdej, A., Elattir, H. (2003). Transfert de technologie en agriculture. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*.
- Williams SE, Shoo LP, Isaac JL, Hoffmann AA, Langham G (2008) Towards an Integrated Framework for Assessing the Vulnerability of Species to Climate Change. *PLoS Biol* 6(12): e325. doi:10.1371/journal.pbio.0060325
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. et Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15(4), 365–377. doi: 10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x