ETUDE PORTANT SUR L'IDENTIFICATION DES MOTEURS DE LA PERTE DE BIODIVERSITE ET DES SECTEURS CLES IMPACTANT LA BIODIVERSITE EN TUNISIE

Rapport de Synthèse

Octobre 2021

ORÉADE-BRÈCHE
Ingénierie de l'Environnement et du Développement

ORÉADE-BRÈCHE

Ingénierie de l'Environnement et du Développement

Siège social :

2480 L'Occitane - Regent Park 1 - Bât 2 - 31670 Labège – France
Tél. 33 (0)5 61 73 62 62 - Fax. 33 (0)5 61 73 62 90
www.oreade-breche.fr
Contact : admin@oreade-breche.fr

Agence en charge de la mission :

Agence Ouest
5, rue des Eoliennes – 17220 Saint-Médard d'Aunis – France
Tél. 33 (0)5 46 35 91 86 - Fax. 33 (0)5 46 35 94 22

SAS au capital de 500.000€

N° TVA : FR86 385 117 023 – APE 7112B – NAF 142C
SIRET/SIREN : 385 117 023 00080 (siège) / agence 0007

Maître d'ouvrage :	**WWF - NA**
	Tunis
Affaire suivie par :	Stéphane RIVAIN, Chef de projet
	s.rivain@oreade-breche.fr + 33 6 88 20 03 70

TABLE DES MATIERES

1 PREAMBULE 8

2 ANALYSE DES LACUNES DE LA BIODIVERSITE ET DE SES MENACES 9

2.1 Une analyse globale pour un premier état des lieux de l'érosion de la biodiversité en Tunisie. 9

2.2 La conservation du patrimoine écologique national compromis par de nombreuses lacunes scientifiques et organisationnelles 9
2.2.1 Des lacunes organisationnelles et scientifiques 9
2.2.2 Un manque de connaissances sur les espèces protégées, menacées et endémiques 11
2.2.3 3 cas d'écosystèmes en dangers 12

2.3 L'évolution de l'occupation des sols et les données issues de la méthode STAR convergent vers les mêmes constats 14
2.3.1 L'évolution de l'occupation des sols : des zones à forte dégradation au sein d'une artificialisation diffuse du territoire. 14
2.3.2 La méthode STAR, une vision centrée sur l'érosion des espèces des listes rouges 16

2.4 La vision convergente des acteurs de la biodiversité sur les pertes d'espèces menacées 21

3 IMPACT DES SECTEURS ÉCONOMIQUES MARITIMES SUR L'EROSION DE LA BIODIVERSITÉ MARINE TUNISIENNE 23

3.1 Une activité de pêche intensive 23
3.1.1 La production halieutique tunisienne 23
3.1.2 Conséquence de l'intensification de la pression de pêche 25

3.2 Des zones marines et des espèces sous pression 26
3.2.1 Des impacts localisés 26
3.2.2 Un exemple de groupe taxonomique impacté : les cétacés 27

3.3 Des activités socio-économiques à fort impact 28
3.3.1 Une production aquacole peu encadrée 28
3.3.2 Le transport maritime, vecteur d'introduction d'espèces envahissantes 29

3.4 Des menaces multiples 30
3.4.1 L'impact de la pollution sur la biodiversité marine 30
3.4.2 Une vulnérabilité aux changements climatiques 31

3.5 Conclusion 33

4 IMPACT DES SECTEURS ECONOMIQUES TERRESTRES SUR LA BIODIVERSITE TUNISIENNE 34

4.1 L'économie tunisienne en quelques chiffres 34

4.2 Le secteur de l'agriculture 37
4.2.1 La céréaliculture, un moteur du défrichement des espaces naturels 37
4.2.2 Un élevage particulièrement impactant sur la diversité floristique. 38
4.2.3 La production arboricole 39
4.2.4 Un moteur commun à l'érosion de la biodiversité dans la filière agricole : les pesticides 40
4.2.5 L'exploitation forestières 41

4.3 Le secteur de l'industrie 42

4.3.1 Un secteur essentiel pour l'économie tunisienne mais fortement lié aux ressources naturelles. 42
4.3.2 L'industrie extractive 43
4.3.3 Les industries textiles 47
4.3.4 Les industries du cuir et de la chaussure 48
4.3.5 L'industrie agroalimentaire 48
4.3.6 Les industries chimiques 50

4.4 Impact du secteur tertiaire sur la biodiversité 50
4.4.1 L'activité du transport 50
4.4.2 Le tourisme 51
4.4.3 Santé 52
4.4.4 Le commerce 53

5 EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE 54

6 IMPACTS DE L'INVASION BIOLOGIQUE SUR LA BIODIVERSITE 55

7 CONCLUSION 56

8 BIBLIOGRAPHIE 59
8.1 Lacune et état de la biodiversité 59
8.2 Secteur de l'économie maritime 59
8.3 Secteur de l'économie terrestre 65

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Analyse de l'évolution de l'occupation des sols entre 2015 et 2019 14

Tableau 2 - Classement des 10 principales menaces en fonction de la capacité à réduire l'érosion de la biodiversité par la restauration des écosystèmes..... 17

Tableau 3 - Résultats des analyses STAR (réduction des menaces et restauration) par taxon et catégorie de classement sur la liste rouge (source STAR, IUCN, 2021)..... 17

Tableau 4 - Liste des espèces cibles vis-à-vis du score STAR pour la réduction des pressions ou la restauration 17

Tableau 5 - Liste des 10 principales espèces cibles par menaces vis-à-vis du score STAR pour la réduction des pressions ou la restauration 18

Tableau 6 - Nombre des fermes aquacoles en Tunisie (DGPA, 2018) 28

Tableau 7 - Production des fermes aquacoles en Tunisie de 2007 à 2018 (DGPA, 2018)..... 28

Tableau 9 - Impact des changements climatiques sur les milieux marins et littoraux de Tunisie 32

Tableau 9 - Contribution des secteurs et sous-secteurs économiques..... 35

Tableau 10 - Place du secteur agricole dans l'économie tunisienne (INS,2019) 37

Tableau 11 - Conséquences diverses d surpâturage sur les écosystèmes (Source : MARHP, 2010)..... 38

Tableau 12 – Caractéristiques et principaux effets des principaux sous-secteurs des industries extractives 45

TABLE DES FIGURES

Figure 2 - Relief (REPUBLIQUE TUNISIENNE, 2009. 4ème rapport national sur la diversité biologique. 136p.) et zones bioclimatiques de la Tunisie (source : L'état des ressources génétiques forestières mondiales, rapport national, République de Tunisie, 2012) 10

Figure 3 – Evolution du nombre de sites RAMSAR et carte de répartition des sites..... 12

Figure 4 – Evolution des effectifs d'oiseaux hivernants dans le Parc National d'Ichkeul entre 2014 et 2021..... 13

Figure 5 – Carte de l'évolution de l'occupation des sols entre 2015 et 2019 (source : Oréade-Brèche)15

Figure 6 – Cartes de répartition de la diversité en amphibiens, reptiles et mammifères (source Oréade-Brèche d'après les données de l'IUCN)..... 16

Figure 7 – Cartes sur la réduction des menaces et de la restauration selon la méthode STAR (source Oréade-Brèche sur la base des données STAR) 20

Figure 8 - - *Impact des différents secteurs de l'économie sur la biodiversité et les habitats.* 22

Figure 9 - Taux de capture par zones de pêche tunisiennes (JICA 2020). 23

Figure 10 : Évolution annuelle de la production halieutique au niveau national par type de pêche (2000-2018) (Source : DGPA, 2018) 24

Figure 11 - Évolution de la production totale dans le Golfe de Gabès entre 1950 et 2015 (Halouani et al., 2015)..... 24

Figure 12 - Évolution du rendement moyen de la pêche : Gabès et Tunisie (tonnes/bateau) (DGPA, 2018)..... 25

Figure 13 - La lagune El bihane avec le chenal central..... 27

Figure 14 - Évolution annuelle de la production halieutique de la lagune El Bibane par type de pêche durant la période (1962-2016) (DGPA, 2015). 27

Figure 15 - Évolution de la production aquacole tunisienne du bar, dorade et autres (en tonnes) (DGPA 2017)..... 29

Figure 16 - Répartition des macrophytes introduites en Tunisie (Sghaier et al., 2019) 30

Figure 17 - Ampleur de la dégradation de la végétation, sous l'effet du surpâturage, sur les regs caillouteux des nappes d'Alfa (Stipa tenacissima) et développement de Hamada scoparia, espèce de dégradation, non appétée et toxique pour le bétail..... 39

Figure 18 - Place occupée par chaque sous-secteur dans l'emploi (API, 2013) 43

Figure 19 - Répartition des points de carrières en Tunisie (ONM, 2020) et carte STAR-Biodiversité globale 2020 (IUCN, 2020). 44

Figure 20 - Superposition des zones des carrières, des aires protégées et des couloirs migratoires des oiseaux en Tunisie (source : Oréade-Brèche, 2021) 45

Figure 21 - Localisation géographique des unités de fabrication de ciment en Tunisie, par rapport à la carte d'occupation du sol 47

Figure 22 -Spectaculaire rejet des margines à l'intérieur d'un champ d'oliviers (Photo M. Mejbri, FTDES, 2020, Kairouan) 49

Figure 23 - Impact du trafic routier sur la faune mammalienne (Sétra, 2003) 51

Figure 24 - Distributions des fréquences des cadavres recensés, en termes de nombre d'espèces et d'abondance, entre les quatre groupes systématiques identifiés (Dhiab, 2019)..... 51

Figure 25 - Perte de l'habitat de *S. tenacissima*, de la répartition actuelle (A), vers une répartition future en 2050, selon le scénario RCP2.6 (B) et le scénario RCP8.5 (C)..... 54

Figure 26 - Evolution des ventes annuelles des eaux conditionnées (2010/2020) en millions de bouteilles 57

1 PREAMBULE

Le programme « Facilitation de l'Engagement Biodiversité » - BIODEV2030 est financée par l'Agence Français développement (AFD) et coordonnée par Expertise France. Il est mis en œuvre dans 16 pays pilotes, dont la Tunisie, seul pays engagé dans l'éco-région d'Afrique du Nord. En Tunisie, le programme a commencé en juillet 2020 avec la coopération du Fonds mondial pour la nature en Tunisie (WWF-NA). Il vise à accompagner le gouvernement tunisien à une meilleure intégration de la biodiversité dans l'économie. L'un des objectifs ambitieux est de construire des modèles d'engagement volontaire pour transformer les méthodes de production d'au moins deux secteurs économiques afin de minimiser les impacts négatifs et d'améliorer les impacts positifs sur la biodiversité, ce qui contribuera au processus d'arrêt de la perte de biodiversité d'ici 2030 et de restauration de la biodiversité d'ici 2050.

Les évaluations scientifiques de l'état et des facteurs conduisant au déclin de la biodiversité, des impacts des activités économiques sur la biodiversité et l'analyse des parties prenantes ainsi que du contexte institutionnel et politique du pays fourniront des bases importantes aux parties prenantes (y compris le gouvernement, les organisations de la société civile, les entreprises et les communautés) pour engager des dialogues dans une seconde phase afin de développer des modèles d'engagement volontaire appropriés. La mise en œuvre de ces premiers engagements volontaires dans 2 secteurs économiques fourniront des expériences pratiques précieuses pour aider à élargir la méthode à d'autres secteurs impactants et ainsi permettra de partager cette dynamique d'amélioration des pratiques avec d'autres pays de l'éco-région en particulier mais également avec ceux qui sont impliqués dans Biodev2030 par le biais d'événements internationaux clés dans le cadre de la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes (2021-2030).

Ce rapport de synthèse sur l'évaluation de l'état de la biodiversité et sur l'identification des moteurs de la perte de biodiversité et des secteurs clés impactant la biodiversité en Tunisie est le premier d'une série d'activités de diagnostic scientifique dans le cadre de l'Initiative BIODEV2030 dans le pays. Malgré certaines limites dans le processus de collecte et d'analyse des données, le rapport a décrit très clairement l'état actuel de la biodiversité en Tunisie, soulignant ainsi les causes directes et indirectes de la perte de biodiversité. Dans le même temps, l'agriculture et l'industrie agroalimentaire ainsi que les industries extractives ont été identifiées comme deux secteurs ayant de grands impacts sur la perte de biodiversité en Tunisie, ce qui crée la base scientifique et technique pour engager un dialogue approfondie avec les acteurs de ces deux secteurs économiques afin de les sensibiliser à la situation, aux impacts provoqués, aux conséquences à venir et ainsi construire conjointement dans un dialogue participatif des recommandations appropriées, faisables et crédibles (techniquement, économiquement, humainement) pour les futurs modèles d'engagement volontaire qui assureront la transformation des pratiques de façon durable et intégrée.

Nous tenons à exprimer notre plus profonde gratitude aux grands efforts de l'équipe d'évaluation dirigée par la société Oréade-Brèche ainsi qu'aux membres du Comité de pilotage qui se sont investis dans le débat pour mener à bien ce premier diagnostic scientifique.

2 ANALYSE DES LACUNES DE LA BIODIVERSITE ET DE SES MENACES

2.1 Une analyse globale pour un premier état des lieux de l'érosion de la biodiversité en Tunisie

Cette étude s'attache à quantifier l'empreinte biodiversité des secteurs économiques du pays et de leurs différentes banches. (Par exemple, pour l'agriculture, élevage, maraîchage et céréalicultures). Chaque secteur a été pris en compte dans sa globalité en considérant l'amont (approvisionnement) et l'aval (transport, seconde transformation, etc.) de l'activité, sa dynamique temporelle (tendance des dix dernières années et développement futures), leur répartition géographique, leur implantation dans le territoire (activités urbaines, rurales ou liées à des paysages naturels), leur importance socio-économique et les impacts directs ou indirects sur les paysages ou la biodiversité. Ces paramètres ont permis de caractériser et hiérarchiser les secteurs économiques pour ne retenir que les plus significatifs.

Les données STAR/IUCN et l'analyse de l'évolution de l'occupation des sols sur les 5 dernières années ont complété l'approche bibliographique (données disponibles sur l'état des populations d'espèces et les pertes de biodiversité, caractérisation socio-économique des secteurs) par des données qualifiant les secteurs contribuant à la réduction de l'érosion de la biodiversité et ont consolidé les analyses d'un point de vue géographique.

L'ensemble des données bibliographiques et cartographiques ont ainsi permis de proposer en conclusion trois secteurs prioritaires vis-à-vis de l'érosion de la biodiversité.

La mission s'est déroulée entre les mois de mars (comité de pilotage de lancement) et juillet 2021 (comité de pilotage pour la validation des secteurs retenus). Dans le contexte de la crise sanitaire, des entretiens avec différents acteurs ont été réalisés par voie téléphonique ou directement lorsque cela était possible. Ces prises de contact ont concerné principalement des organismes dépendant des ministères de l'environnement, de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche, de l'enseignement supérieur, de la santé publique et de l'équipement et l'aménagement du territoire. D'autres types d'organismes ont également été contactés : sociétés civiles, organismes internationaux (OSS, FAO…), ainsi que des bureaux d'étude (EAM, GEREP…). Ces entretiens ont permis d'appuyer un important travail de recherche bibliographique.

2.2 La conservation du patrimoine écologique national compromis par de nombreuses lacunes scientifiques et organisationnelles

2.2.1 Des lacunes organisationnelles et scientifiques

Grâce à la diversité de ces paysages naturels depuis sa façade méditerranéenne jusqu'à son ouverture sur le Sahara, en passant par des zones de montagnes et de vastes zones humides, la Tunisie dispose d'une riche biodiversité. La diversité des écosystèmes et des habitats rencontrés résulte de leur organisation selon s un gradient climatique variant du per-humide au Nord jusqu'au saharien inférieur au sud du pays.

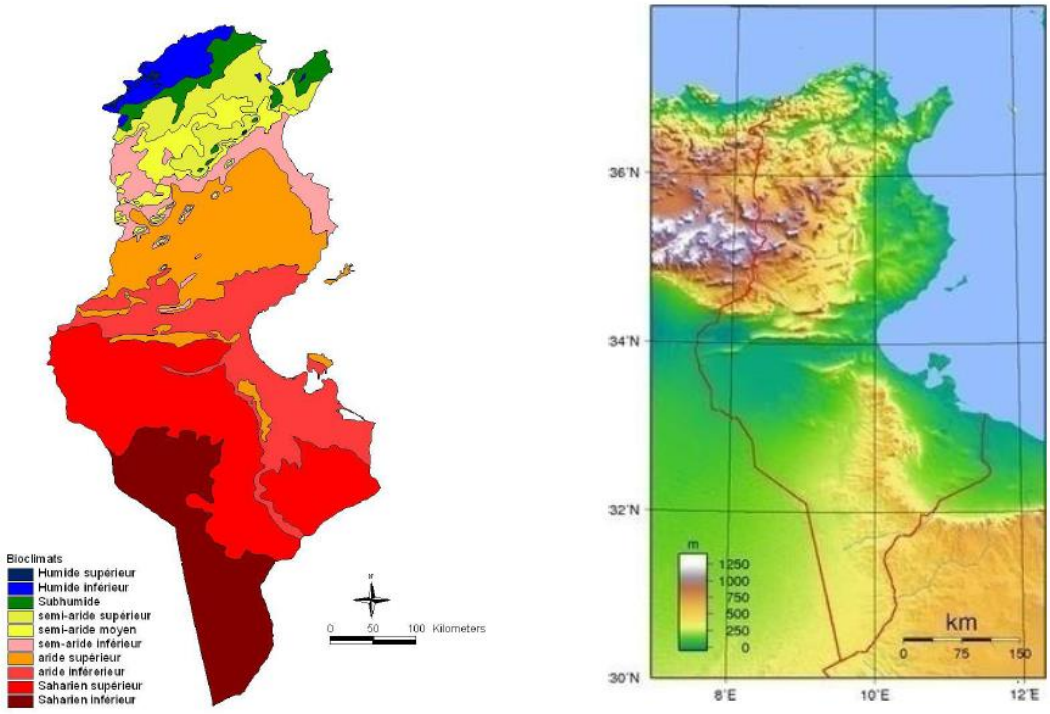

Figure 1 - Relief (REPUBLIQUE TUNISIENNE, 2009. 4ème rapport national sur la diversité biologique. 136p.) et zones bioclimatiques de la Tunisie (source : L'état des ressources génétiques forestières mondiales, rapport national, République de Tunisie, 2012)

Malgré des efforts de protection, de recherche, des projets de conservation et des études, plusieurs lacunes font que la protection de la diversité biologique ne peut être parfaitement efficace :

- Des lacunes d'ordre socio-économique, qui s'expliquent par une pression croissante des marchés qui soutienne la surexploitation des ressources ;
- Des lacunes d'ordre juridique, la règlementation existante ne parvenant pas totalement à empêcher des activités illégales et nuisibles à la biodiversité ;
- Des lacunes institutionnelles, qui se caractérisent par des difficultés de planification, coordination et priorisation des projets, ainsi que par des approches contradictoires entre acteurs ;
- Des lacunes scientifiques, avec des connaissances insuffisantes sur les composantes de la biodiversité, des thématiques de recherche trop segmentées et n'obéissant à aucune stratégie de recherche claire ainsi que l'absence d'un organisme pour les centraliser ;
- Des lacunes sur les connaissances de la flore et la faune terrestre : le dernier inventaire de la biodiversité tunisienne date de 1998 et doit être actualisé. Le pays ne dispose pas d'une flore actualisée et exhaustive,
- De même les connaissances en phytoécologique de la Tunisie ne repose à l'échelle nationale que sur la carte réalisée pour la Tunisie septentrionale et pour la Tunisie centrale et méridionale, établie durant les années soixante, sur la base de relevés de terrain, effectués durant les années cinquante. Le processus d'artificialisation et de la mise en valeur agricole, ont provoqué des profondes transformations des écosystèmes et des habitats, tels que plusieurs groupements et associations végétales, autrefois présents sur des larges superficies, ont été totalement transformés et mis en cultures.

- Un manque de données récentes et globales est constaté pour la faune auquel s'ajoute une absence de suivi des espèces pour avoir une véritable vision de leur évolution :

  - l'herpétofaune : la connaissance des amphibiens est satisfaisante mais les données pour les reptiles sont anciennes

  - les insectes sont très mal connus alors qu'en particulier les pollinisateurs, indispensables au bon fonctionnement des écosystèmes sont menacés par l'emploi intensif de pesticides (importation annuelle de 6 000 à 7 000 tonnes de pesticides),
  - les chiroptères ne bénéficient que de données ponctuelles et fragmentaires alors que c'est groupe constituant un très bon indicateur de l'état de la biodiversité
  - la faune mammalienne n'a fait l'objet que d'études partielles et seuls les rongeurs et certains ruminants ont fait l'objet d'études plus ou moins poussée.
- Des lacunes sur la faune marine : les études sont souvent ponctuelles ou portent sur une période très réduite. Plusieurs biotopes sont encore inexplorés (le Golfe d'Hammamet) et les inventaires jusqu'ici réalisés sont souvent incomplets et fragmentés. Un travail d'actualisation de la raréfaction de certaines espèces est nécessaire dans le contexte de changement climatique, d'intensification du trafic maritime et de surexploitation des ressources halieutiques.

Les inventaires jusqu'ici réalisés ont permis d'identifier un total de 164 espèces de Microphytes, 400 espèces de Macrophytes benthiques dont 4 phanérogames marines, plus de 120 espèces de Microfaune, 1 420 espèces d'invertébrés et de vertébrés marins groupant des mammifères, des oiseaux, des tortues et près de 290 espèces de poissons. Cet inventaire reste encore peu exhaustif et fragmenté. Pour une meilleure connaissance des ressources biologiques marines et côtières, un programme d'études et de recherche, doit être envisagé.

2.2.2 Un manque de connaissances sur les espèces protégées, menacées et endémiques

La liste des espèces végétales menacées d'extinction en Tunisie, établie par l'arrêté du ministre de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques du 19 juillet 2006 englobe un très faible pourcentage (environ 3%) par rapport à la flore totale du pays. Une attention particulière à l'évolution de certaines espèces et de leurs habitats comme l'Alpha (*Stipa tenacissima)* dans la région naturelle des hautes steppes, l'Acacia faux-gommier (*Acacia tortilis ssp. Radiana)* au niveau de la région de Bled Talah, le Chêne liège (*Quecus suber)* et le Chêne zen (*Quercus fagina)*, au niveau des forêts des Kroumirie, le Cyprès, le Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*).

La faune de la Tunisie est exposée à la pression humaine depuis la fin du 19ème siècle. De nombreuses espèces ont ainsi disparu du pays. En revanche, d'autres espèces ont pu survivre en dépit de ces pressions, et surtout de la destruction et la fragmentation de leurs habitats. Parmi les espèces emblématiques et menacées de Tunisie, on peut citer l'hyène rayée (*Hyaena hyaena*), le caracal (*Caracal caracal*), le serval (*Leptailurus serval*), la loutre commune (*Lutra lutra*), le cobra égyptien (*Naja haje*), la couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus*) et la couleuvre fer-à-cheval (*Hemorrhois hippocrepis*), la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la genette commune (*Genetta genetta*). Les impacts directs ou indirects liés à la forte anthropisation des milieux naturels(pollution, exploitation non-durable des ressources, modification des dynamiques sédimentaires des littoraux, fragmentation des espaces, etc.) sont autant de facteurs de dégradation qui pèsent sur la faune tunisienne. L'absence de gestion appropriée empêche de concilier les activités associées avec leur environnement.

Les milieux marins sont également soumis à de profondes dégradations, liées aux pratiques qui ne prennent pas suffisamment en compte la biodiversité marine : modes d'exploitation des ressources, pollution, pression des activités de pêche ou modification des apports sédimentaires dus aux aménagements littoraux, la pollution industrielle (phosphogypse). La prairie de posidonie (*Posidonia ocanica*) particulièrement dans la région du Golfe de Gabès est en constante régression. Plusieurs espèces ont disparus ou sont en danger et menacées d'extinction, comme le Mérou (Epinephelus marginatus) qui connait un déclin de sa population sans précédent, les deux espèces de Rascasse (*Scorpaena scrofa* et *Scorpaena porcus*), le Mérou blanc (*Epinephelus aeneus*) et le Mérou brun (*Epinephelus marginatus*). Les Poulpes (Octopus vulgaris), la Seiche commune (Sepia officinalis), ou les crevettes (Parapenaeus longirostris), se sont également raréfiées ces dernières années.

La végétation tunisienne est constituée d'un total de 3 100 taxons, y comprises les espèces cultivées et naturalisées, et dont plus que les 2/3 sont représentés par la végétation naturelle. L'endémisme est représenté par environ 200 espèces communes à toute la région maghrébine. En ce qui concerne la faune terrestre, on compte 7 espèces d'amphibiens, 63 espèces des reptiles, 407 espèces d'oiseaux, et 78 espèces de mammifères.

En milieu marin, on estime la diversité à environ 600 espèces végétales et 2 622 espèces animales dont 36 sont classées en danger ou menacées dans les annexes des Conventions de Barcelone et/ou de Berne.

2.2.3 3 cas d'écosystèmes en dangers

2.2.3.1 Les zones humides, écosystèmes essentiels mais mal conservés

Les zones humides sont des milieux particulièrement importants en Tunisie (256 zones humides naturelles, 866 zones artificielles, accueil de 320 260 oiseaux d'eau douce, nicheurs et migrateurs). Les 42 zones humides tunisiennes d'importance internationale, inscrites sur la convention RAMSAR, totalisent 844 685 ha (https://rsis.ramsar.org) et qui représente 5.5% de la superficie totale du pays attestent bien de la grande valeur de ce patrimoine national.

Figure 2 – Evolution du nombre de sites RAMSAR et carte de répartition des sites

Les zones humides jouent un rôle majeur pour divers services écosystémiques : alimentation des nappes souterraines, disponibilité en eau potable et pour l'irrigation, atténuation de l'effet des inondations, habitat exclusif pour certaines espèces de la flore (Osmonde royale, *Osmunda regalis, etc.*) et de la faune (avifaune en particulier) liées aux écosystèmes aquatiques qui sont des lieux uniques pour l'alimentation, la reproduction et le repos...

En Tunisie, la superficie de ces zones régresse continuellement et l'ensemble des fonctions se dégradent. Durant l'inventaire réalisé en 1997, environ 200 zones humides ont été inventoriées ce qui a permis de constater que certaines avaient perdu leurs caractéristiques sous l'effet de l'anthropisation : desséchement lié à la sécheresse, défrichement pour l'agriculture, urbanisation, eutrophisation liée à la pollution, sans oublier la collecte et la surexploitation de certaines espèces (escargots terrestres dont plusieurs espèces se sont raréfiées) ainsi que le braconnage qui peut toucher des espèces protégées.

Si pour certains sites emblématiques comme les sites RAMSAR, seuls des données globales sur leurs menaces sont disponibles (23 sont menacés par la pollution, 18 par la pression agricole et l'aquaculture, 17 par une mauvaise utilisation des ressources biologiques, 14 par des établissements d'activités humaines hors agricoles, 8 par la modification des systèmes hydrauliques naturels, 7 par la régularisation des eaux, 6 par des perturbations anthropiques, 2 par des espèces envahissantes et 1 par des installations énergie et minières)

(https://rsis.ramsar.org), il y a un manque de données sur le suivi des espèces et sur l'évolution des sites, base nécessaire pour mettre en œuvre une restauration des écosystèmes et une adaptation des pratiques d'utilisation des sites.

Parmi les espaces fortement impactés par les activités humaines, on peut citer les tourbières de Majen Chitane, Dar Fatma et El Ghorra (Jendouba) pour lesquels on dispose de peu ou pas de données sur leur état et leur évolution. Le lac Ichkeul a vu sa population d'oiseaux a régressé de 170 460 en 2014 à 19 016 individus en 2021 sans pour autant que les raisons soient parfaitement comprises.

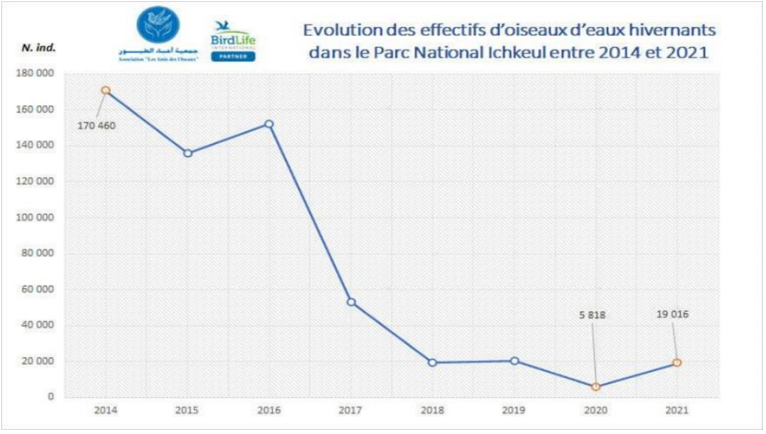

Figure 3 – Evolution des effectifs d'oiseaux hivernants dans le Parc National d'Ichkeul entre 2014 et 2021

De même, la roselière (*Arundo donax, Phragmites communis, etc.*) de plusieurs centaines d'hectares située à l'embouchure du barrage de Sidi Salem qui joue un rôle de filtre pour l'épuration de l'eau (alimentation en eau potable pour de toute la région Nord de la Tunisie), constitue un lieu majeur de nidification et de reproduction de de nombreuses espèces d'oiseaux. Cependant malgré l'importance des fonctions écosystémiques de ce site, le manque de données sur les oiseaux (en particulier les espèces hivernantes) ainsi que sur les caractéristiques chimiques des eaux de cette roselière bordée par des zones cultivées responsables de pollutions diffuses (engrais et pesticides), impactant la diversité des espèces animales et végétales, ainsi que leurs habitats, ne permet pas d'assurer avec efficacité sa conservation.

La lutte contre la dégradation des zones humides, espaces naturels dont les fonctions sont autant importante pour la conservation de la biodiversité que pour les services qu'elles rendent à l'homme, doit passer par une amélioration de leur prise en compte et de leur gestion qui reposent sur une amélioration des connaissances sur leur dynamique, l'ampleur de la sédimentation et de la qualité des eaux ainsi que sur un suivi des espèces présentes de la flore et de la faune, en particulier, les oiseaux afin de mieux comprendre l'évolution des fonctions d'accueil de ces sites vis-à-vis de l'avifaune endémique et migratrice.

2.2.3.2 Les alphatières, une longue et constante régression d'un écosystème d'exception

En un siècle, la couverture végétale d'alfa a régressé de moitié passant de 1 112 000 ha en 1895 à environ 552 000 ha en 2000 (Mhamdi, 1997). Depuis la révolution du 2011, la pression des défrichements dans les alphatières (Stipa tenacissima) pour le développement des cultures arboricoles et oléicoles a été très forte, à tel point que la surface actuellement restante n'est pas précisément connue. Cette espèce d'une grande importance écologique en Tunisie centrale et méridionale (excellent refuge pour les espèces animales et végétales, lutte contre les crues et les inondations, conservation des eaux et du sol, CES, etc..) est depuis longtemps exploitée pour ses fibres, constitue une source de revenue pour plus de 6 000 familles dans la région des hautes steppes tunisiennes et plus de 1 200 ouvriers dans l'industrie de l'alfa (SNCPA, 2001).

2.2.3.3 Les groupements des teppes sableuses à base de Rhanterium suaveolens,

Autrefois répartis sur une aire potentielle couvrant 6 régions naturelles (Ouara, Jeffara, Basses plaines **méridionales, Sfax, basses steppes et Fejij) et réputés par leur diversité spécifique végétale et animale,** elles ont pour la majorité été impactées par le surpâturage des parcours et défrichées au profit du de l'arboriculture, l'oléiculture et de la céréaliculture. Selon ATTIA et al (2014), en se basant sur une comparaison diachronique de la carte potentielle de cette steppe (1989) et de la carte d'un état plus récent (2007), la surface a régressé de 52,7%, passant de 816 435 ha à 385 702 ha, avec un taux de recul annuel de 1,28%. Les connaissances sur l'érosion de la faune liées à ces steppes sont par contre très peu connues.

La richesse biologique de la Tunisie doit faire face à une anthropisation croissante qui menace aussi bien les espèces que leurs habitats. De nombreuses lacunes, qu'elles soient organisationnelles (politiques, socio-économiques, institutionnelles…) ou scientifiques (connaissance de la faune et de la flore, orientation des recherches…) empêchent de répondre à ces problématiques de façon adéquate. Les zones humides, écosystème particulièrement fragile, sont représentatives de ces phénomènes : dégradation par des pollutions croissantes, urbanisation périphérique, etc. qui participent à réduire les capacités à accueillir les populations d'oiseaux nicheurs mais également d'autres groupes (amphibiens, insectes, etc.).

2.3 L'évolution de l'occupation des sols et les données issues de la méthode STAR convergent vers les mêmes constats

2.3.1 L'évolution de l'occupation des sols : des zones à forte dégradation au sein d'une artificialisation diffuse du territoire.

L'analyse diachronique de l'évolution de l'occupation des sols sur la base des cartes du programme COPERNICUS sur la période 2015/2019 permet de constater :

- Globalement des changements diffus sur l'ensemble du territoire
- 2 zones géographique de plus fortes concentrations de l'évolution de l'occupation des sols dans la région centre-ouest, à l'Ouest de Kasserine, en frontière avec l'Algérie et dans la zone sud de Gabès et Médénine.

Tableau 1 - Analyse de l'évolution de l'occupation des sols entre 2015 et 2019

Types d'occupation des sols	Areas (Km²)		Changes (Km²)	Changes (%)
	2015	2019	2015-2019	2015-2019
Shrubs	10549,51	11452,05	902,54	8,56%
Herbaceous vegetation	16720,91	20209,06	3488,15	20,86%
Cultivated and managed vegetation / agriculture	25328,84	26930,07	1601,23	6,32%
Urban / built up	2851,05	2861,81	10,76	0,38%
Bare / sparse vegetation	89916,52	83762,95	-6153,57	-6,84%
Permanent water bodies	238,78	285,29	46,51	19,48%
Herbaceous wetland	42,77	79,53	36,76	85,95%
Closed forest, evergreen broad leaf	12,06	9,03	-3,03	-25,12%
Closed forest, deciduous broad leaf	125,76	123,14	-2,62	-2,08%

Types d'occupation des sols	Areas (Km²)		Changes (Km²)	Changes (%)
	2015	2019	2015-2019	2015-2019
Closed forest, mixed	267,58	265,58	-2	-0,75%
Closed forest, not matching any of the other definitions	888,07	863,37	-24,7	-2,78%
Open forest, evergreen broad leaf	0,01	0,01	0	0,00%
Open forest, deciduous broad leaf	214,6	218,57	3,97	1,85%
Open forest, mixed	320,26	303,37	-16,89	-5,27%
Open forest, not matching any of the other definitions	7207,15	7320,04	112,89	1,57%
Oceans, seas	90,26	90,26	0	0,00%
Total	**15 4774,13**	**15 4774,13**	**12 405,62**	**8,02%**

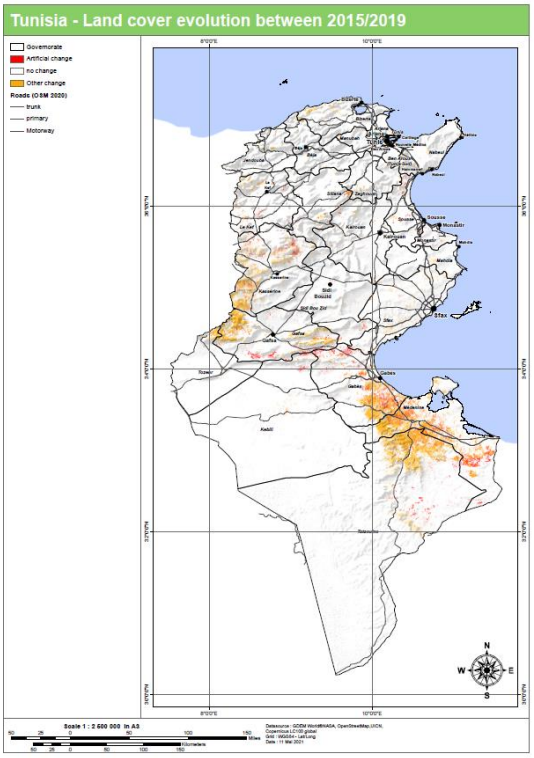

Figure 4 – Carte de l'évolution de l'occupation des sols entre 2015 et 2019 (source : Oréade-Brèche)

Un chiffre à retenir

8% du territoire est affecté par un changement d'occupation du sol et par une artificialisation grandissante.

Des cartes de répartition de la densité d'espèces par taxon selon les données des listes rouges ont été produites. Elles donnent une image des foyers de concentration de biodiversité patrimoniale et permettent de croiser ces informations avec la répartition des activités économiques dans le cadre de l'identification des principaux secteurs

économiques, moteurs de l'érosion de la biodiversité. Ces données seront en particulier utiles pour travailler à - une échelle plus opérationnelle avec les 2 secteurs retenus.

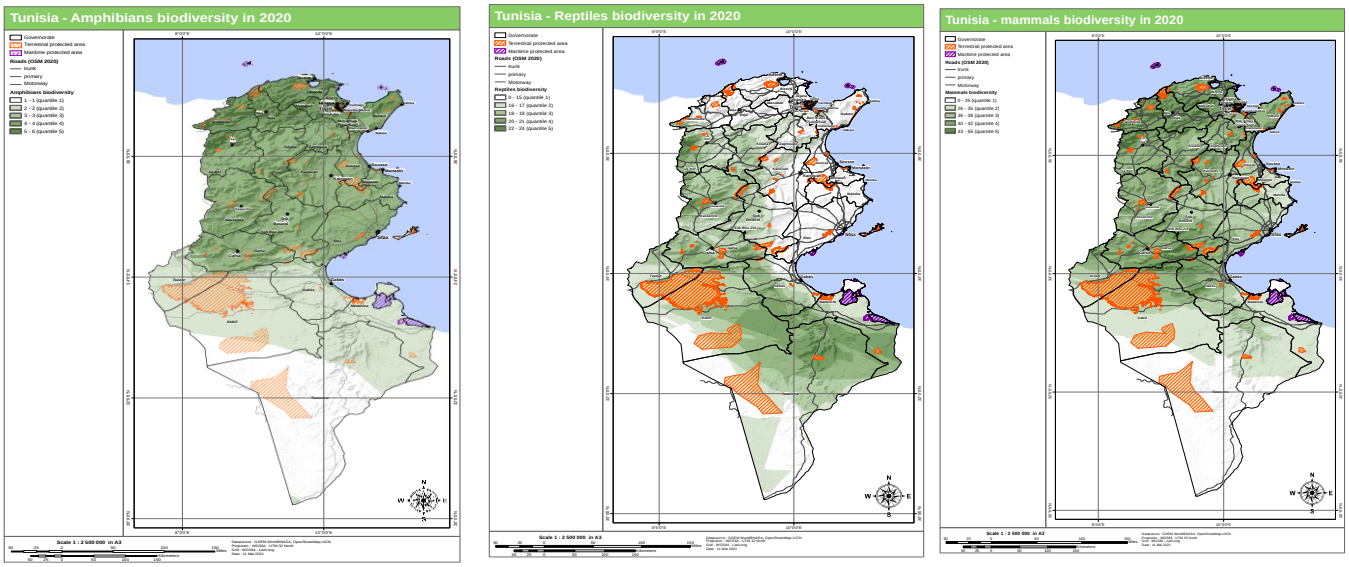

Figure 5 – Cartes de répartition de la diversité en amphibiens, reptiles et mammifères (source Oréade-Brèche d'après les données de l'IUCN)

2.3.2 La méthode STAR, une vision centrée sur l'érosion des espèces des listes rouges

2.3.2.1 Une première confrontation de l'évolution des espèces de 3 taxons avec les menaces affectant la biodiversité du territoire

STAR est une approche fondée sur la relation entre 3 taxons des listes rouges (oiseaux, mammifères, amphibiens) de l'UICN et une typologie de menaces (sectorielles, anthropiques, climatiques, etc.). STAR mesure la contribution qu'un pays, qu'un secteur économique, ou qu'un projet peut fournir à l'échelle d'un territoire géographique pour réduire le risque d'extinction des espèces, soit en réduisant les facteurs de risques existants (*threat abatement*), soit en mettant en œuvre des programmes de restauration des habitats (*restoration*). L'habitat actuel des espèces (Current species AOH) est calculé sur la base de cartes d'occupation des sols datant de 2015 alors que leur habitat historique (*Species historical AOH*) est déterminé sur la base de cartes d'occupation des sols datant de 1992. L'habitat restaurable des espèces est calculé comme la différence entre l'habitat historique et l'habitat actuel.

Le classement des menaces montre que ce soit vis-à-vis de la réduction des pressions ou par les efforts de restauration :

- Les secteurs agricoles qui apparaissent comme ceux sur lesquels des efforts pour réduire leur pression sur la biodiversité sont les plus nécessaires,
- Les intrusions et perturbations humaines qui peuvent être reliées aux modifications de l'occupation des sols des activités industrielles (industries extractives, etc.).
- Les autres pressions ont des scores plus faibles ce qui est assez en cohérence avec l'évolution de l'occupation des sols diffuses qui est montré par l'analyse diachronique 2015/2019.

Les scores obtenus par les 10 principales menaces pour participer à la réduction de la biodiversité sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 2 - Classement des 10 principales menaces en fonction de la capacité à réduire l'érosion de la biodiversité par la restauration des écosystèmes

Threat Name	Restoration
1 - Work & other activities	9,041790523
2 - Agricultural & forestry effluents	8,921307465
3 - Annual & perennial non-timber crops	4,503257598
4 - Other ecosystem modifications	3,885739087
5 - Hunting & collecting terrestrial animals	2,618188076
6 - Livestock farming & ranching	1,383630357
7 - Recreational activities	1,203246259
8 - Fire & fire suppression	0,707114909
9 - Roads & railroads	0,586241373
10 - Temperature extremes	0,561043213

Les analyses selon les taxons indiquent que les menacent affectent majoritairement l'avifaune et les mammifères. Les résultats des analyses STAR pour les Taxons (avifaune, mammifères, amphibiens) pour la réduction des menaces et du potentiel de restauration pour réduire l'érosion de la biodiversité sont les suivants :

Tableau 3 - Résultats des analyses STAR (réduction des menaces et restauration) par taxon et catégorie de classement sur la liste rouge (source STAR, IUCN, 2021)

Taxonomic Group	Redlist Category	Threat Abatement	Restoration
Birds	Critically Endangered	28,80779	9,841299
Birds	Endangered	1,274381	0,451744
Birds	Near Threatened	13,72897	4,114319
Birds	Vulnerable	4,61438	0,032843
Mammals	Endangered	18,48954	0,034325
Mammals	Near Threatened	9,909406	18,50094
Mammals	Vulnerable	10,57075	2,460389

La liste des espèces cibles pour lutter contre l'érosion de la biodiversité par la réduction des menaces ou la restauration des écosystèmes a mis en évidence 28 espèces dont les 10 principales par les scores obtenus sont les suivantes :

Tableau 4 - Liste des espèces cibles vis-à-vis du score STAR pour la réduction des pressions ou la restauration

Scientific Name	Taxonomic Group	Redlist Category	Threat Abatement	Restoration	EnglishName	FrenchName
Numenius tenuirostris	birds	Critically Endangered	28,8077925	9,841298884	Slender-billed Curlew	Courlis à bec grèle
Gazella leptoceros	mammals	Endangered	18,489544	0,03432542	Slender-horned Gazelle	Gazelle à Cornes Fines,
Miniopterus maghrebensis	mammals	Near Threatened	8,98277441	17,40699744	Maghrebian Bent-wing Bat	
Chersophilus duponti	birds	Near Threatened	6,50971904	1,052623138	Dupont's Lark	

Scientific Name	Taxonomic Group	Redlist Category	Threat Abatement	Restoration	EnglishName	FrenchName
Sylvia undata	birds	Near Threatened	5,52173345	1,927784982	Dartford Warbler	
Gazella cuvieri	mammals	Vulnerable	5,30907334	0,877838441	Edmi,Cuvier's Gazelle	Gazelle de Cuvier
Chlamydotis undulata	birds	Vulnerable	4,61056455	0,025319173	African Houbara Bustard,African Houbara	
Rhinolophus mehelyi	mammals	Vulnerable	2,11321773	1,100858554	Mehely's Horseshoe Bat	Rhinolophe de Mehely
Gazella dorcas	mammals	Vulnerable	1,62903605	0,003155908	Dorcas Gazelle	Gazelle Dorcas
Ammotragus lervia	mammals	Vulnerable	1,43574678	0,036704649	Barbary Sheep,Uaddan,Aoudad	Mouflon À Manchettes

Tableau 5 - Liste des 10 principales espèces cibles par menaces vis-à-vis du score STAR pour la réduction des pressions ou la restauration

Scientific Name	Taxonomic Group	Redlist Category	Threat Code	Threat Name	Threat Abatement	Restoration
Ammotragus lervia	mammals	Vulnerable	11.2	Droughts	0,205106683	0,005243521
			2.3.1	**Nomadic grazing**	0,205106683	0,005243521
			5.1.1	Intentional use (species is the target)	0,205106683	0,005243521
			2.3.2	**Small-holder grazing, ranching or farming**	0,205106683	0,005243521
			5.3.3	**Unintentional effects: (subsistence/small scale) [harvest]**	0,205106683	0,005243521
			2.1.4	Scale Unknown/Unrecorded	0,205106683	0,005243521
			8.1.2	Named species	0,205106683	0,005243521
Rhinolophus mehelyi	mammals	Vulnerable	4.1	Roads & railroads	1,056608865	0,550429277
			6.1	Recreational activities	1,056608865	0,550429277
Gazella cuvieri	mammals	Vulnerable	2.3.2	**Small-holder grazing, ranching or farming**	1,165406342	0,192696243
			2.1.2	**Small-holder farming**	1,165406342	0,192696243
			5.1.1	Intentional use (species is the target)	0,647447968	0,107053468
			2.3.1	**Nomadic grazing**	1,165406342	0,192696243
			6.2	War, civil unrest & military exercises	1,165406342	0,192696243
Gazella dorcas	mammals	Vulnerable	2.3.2	**Small-holder grazing, ranching or farming**	0,370235466	0,000717252
			11.2	**Droughts**	0,370235466	0,000717252
			5.1.1	Intentional use	0,518329652	0,001004153
			2.3.1	Nomadic grazing	0,370235466	0,000717252
Gazella leptoceros	mammals	Endangered	5.1.1	Intentional use	10,08520584	0,018722956
			11.2	Droughts	2,801446068	0,005200821
			2.3.1	**Nomadic grazing**	2,801446068	0,005200821

Scientific Name	Taxonomic Group	Redlist Category	Threat Code	Threat Name	Threat Abatement	Restoration
Miniopterus maghrebensis	mammals	Near Threatened	2.3.2	**Small-holder grazing, ranching or farming**	2,801446068	0,005200821
			6.3	**Work & other activities**	4,491387205	8,703498722
			9.3.3	**Herbicides and pesticides**	4,491387205	8,703498722
Chlamydotis undulata	birds	Vulnerable	2.3.1	**Nomadic grazing**	0,680247228	0,003735616
			11.4	Storms & flooding	0,377915127	0,002075342
			11.2	Droughts	0,377915127	0,002075342
			5.1.1	Intentional use (	1,360494457	0,007471231
			2.3.4	Scale Unknown/Unrecorded	0,680247228	0,003735616
			1.3	Tourism & recreation areas	0,377915127	0,002075342
Chersophilus duponti	birds	Near Threatened	2.1.2	**Small-holder farming**	0,377915127	0,002075342
			2.1.3	**Agro-industry farming**	0,377915127	0,002075342
			2.3.4	Scale Unknown/Unrecorded	0,929959863	0,150374734
			2.2.2	**Agro-industry plantations**	0,929959863	0,150374734
			2.1.4	Scale Unknown/Unrecorded	0,929959863	0,150374734
			3.3	Renewable energy	0,929959863	0,150374734
			7.1.1	Increase in fire	0,929959863	0,150374734
			6.2	War, civil unrest & military exercises	0,929959863	0,150374734
			1.2	**industrial areas**	0,929959863	0,150374734
Sylvia undata	birds	Near Threatened	6.1	Recreational activities	0,83662628	0,292088634
			11.3	Temperature extremes	1,505927305	0,525759541
			7.1.3	Trend Unknown/Unrecorded	1,505927305	0,525759541
			2.3.3	**Agro-industry grazing, ranching or farming**	0,83662628	0,292088634
			2.2.2	**Agro-industry plantations**	0,83662628	0,292088634
Numenius tenuirostris	birds	Critically Endangered	2.1.3	**Agro-industry farming**	11,27261446	3,850943041
			7.3	Other ecosystem modifications	11,27261446	3,850943041
			5.1.1	Intentional use	6,262563591	2,139412801

Les analyses STAR sur les principaux taxons montrent l'importance de la pression des filières agricoles sur l'érosion des principales espèces.

De plus, les cartes globales du score STAR Menace et du Score STAR Restauration montrent :

- Un secteur au centre-ouest de la Tunisie (zone délimitée par Le Kef – Zagouan – Kairouan – Sidi Bouzid – Kasserine
- Une zone au sud de Gabès-Médénine
- Une partie de la zone saharienne (sud-ouest).
- La région des hautes steppes au centre ouest qui est un hot spot de la biodiversité méditerranéenne avec les nappes d'Alfa (*Stipa tenacissima*), particulièrement dégradées depuis les évènements de 2011.

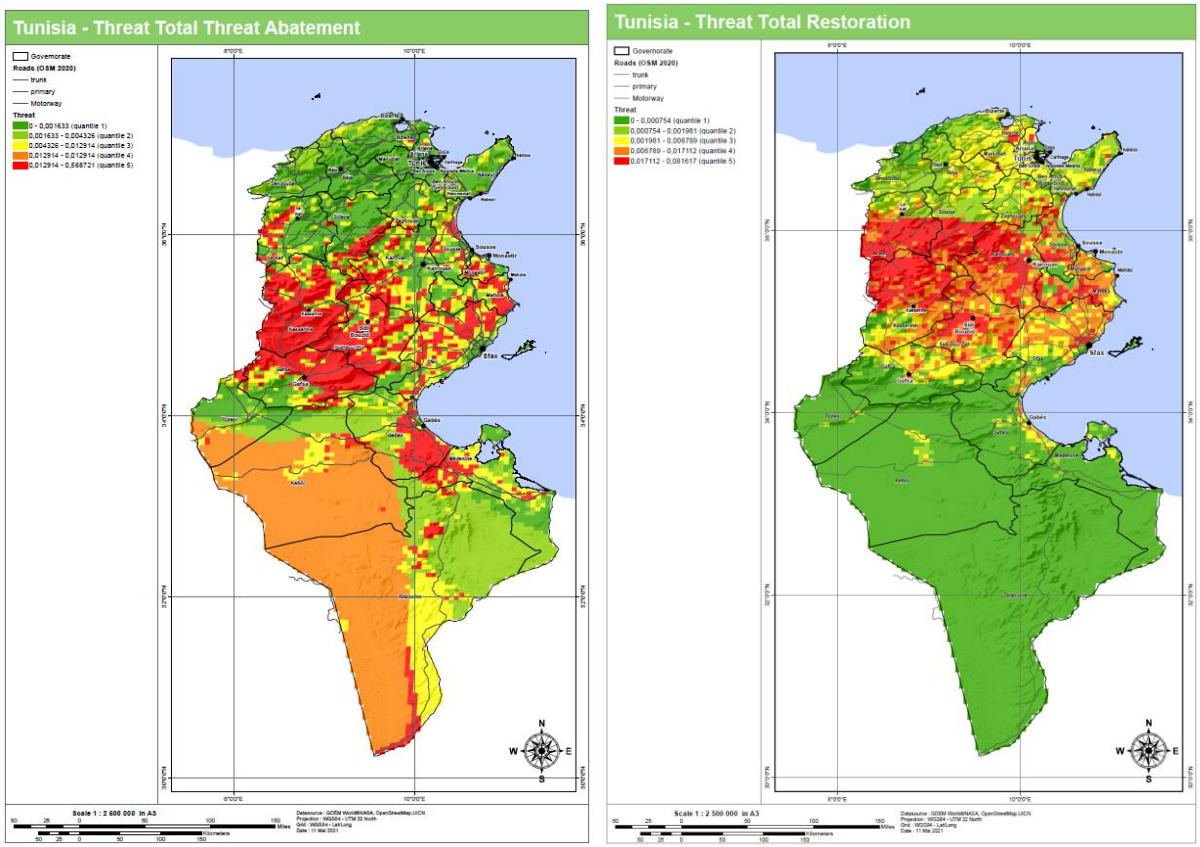

Figure 6 – Cartes sur la réduction des menaces et de la restauration selon la méthode STAR (source Oréade-Brèche sur la base des données STAR)

La méthode STAR et les cartes d'évolution de l'occupation des sols convergent vers l'identification des mêmes menaces (agriculture principalement), et particulièrement dans 4 secteurs du territoire

2.3.2.2 Analyse sur les menaces à partir des données STAR

Les écosystèmes et les paysages tunisiens ont toujours été exposés aux processus de transformation et d'artificialisation. Bien que ce processus soit plus ou moins commun à tous les milieux et toutes les régions de Tunisie, il faut signaler que certaines régions ont été plus touchées que d'autres. Ainsi, selon les données de l'UICN, la région des Hautes steppes figure parmi les zones les plus menacées et les plus perturbées par les activités humaines. Par ailleurs, selon les données économiques officielles tunisiennes, publiées par l'Institut tunisien de la compétitivité et des études quantitatives (ITCEQ), toute cette région du centre ouest, est en bas de la liste du développement régional. La région des hautes steppes, et plus précisément les Gouvernorats de Kasserine, Kairouan, Sidi Bouzid, Gafsa, ainsi que les deux Gouvernorats limitrophes de Siliana et du Kef, sont parmi les moins développées de la Tunisie. Les Gouvernorats de Kairouan, de Sidi Bouzid et de Kasserine, qui sont caractérisées par la présence une grande proportion des nappes alfatières, avec un très faible indice de développement régional, inférieur ou égal à 0,28 (Ben Rabeh, 2012).

Considérant tous facteurs socio-économiques et écologiques ci-dessus évoqués, la région tellienne et des hautes stepps a subi durant plusieurs décennies, une forte emprise humaine, où la surexploitation des espèces, et la destruction des habitats, ont engendré des menaces sérieuses de la diversité biologique. Ces menaces sont à caractère national, mais aussi régional, puisque plusieurs espèces revêtent une importance méditerranéenne comme les nappes d'Alfa (*Stipa tenacissima*), espèce endémique méditerranéenne, présente depuis la péninsule ibérique, jusqu'en Lybie (Carapeto & Véla, 2018). Au-delà de la dégradation des nappes alfatières, les menaces,

pèsent aussi sur les écosystèmes limitrophes, tels qu'on peut voir sur la carte élaborée sur la base des données de l'UICN. Les menaces les plus impactantes sur la biodiversité et les habitats sont listés ci-après :

- Les incendies diverses (criminelles et aussi liées à certaines actions terroristes) ;
- L'abondance des carrières et le développement des industries extractives ;
- La chasse et la collecte des espèces ;
- Le surpâturage et la surcharge animale ;
- L'érosion hydrique et transport des sédiments ;
- L'envasement et la sédimentation au niveau des barrages ;
- La surexploitation des nappes hydriques souterraines, et la pratique irrationnelle de l'agriculture intensive ;
- La salinisation du sol et la détérioration de ses propriétés physico-chimiques, par l'usage des eaux chargées en chlorures et en sulfates, ainsi que l'emploi irraisonné des engrais chimiques et des pesticides ;
- Le développement du processus d'urbanisation, et l'apparition sporadique et anarchique de multiples noyaux d'agglomérations, appelé à s'élargir continuellement aux dépens des écosystèmes et des habitats ;
- Les pollutions diverses du sol et de la nappe ; on cite à ce propos, la teneur des eaux de rejets de l'usine de la Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa (SNCPA) de Kasserine en Mercure ;
- La mise en place ces dernières années d'une infrastructure routière, autoroutière et de grand travaux hydrauliques (Barrages, lacs collinaires, etc…), ayant engendré le phénomène de fragmentation des habitats ;
- Le dégagement dans cette région, d'importantes quantités de gaz à effet de serre (GES), dont l'impact sur la biodiversité.

En dehors de la région tellienne et celle des hautes steppes, le phénomène de dégradation, notamment par les secteurs de l'agriculture et de l'industrie, touche d'autres écopaysages, comme la plaine de Kairouan, les zones humides du centre du pays, et la zone littorale et côtière du centre-est du pays. Plusieurs espèces et leurs habitats, sont affectés par cette dégradation. Les déséquilibres induit par les pressions anthropiques favorisent des invasions. Dans le centre-est, l'espèce invasive la plus spectaculaire est *Solanum eleaegnifolium*, qui devient une espèce très nuisible à l'environnement.

2.4 La vision convergente des acteurs de la biodiversité sur les pertes d'espèces menacées

Une vingtaine enquêtes ont été réalisées auprès d'acteurs de la biodiversité pour identifier les secteurs (agriculture, industrie, tourisme, infrastructure, santé) les plus impactant pour les espèces et habitats en fonction de plusieurs indicateurs (tendance et évolution du développement, fragmentation de l'habitat et de l'espace naturel, impact sur les espèces, pollutions et changement climatique) notés de 0 (impact nul à faible) à 5 (impact très fort).

Les secteurs de l'agriculture, de l'industrie et de l'infrastructure affichent un fort impact sur la fragmentation des habitats et la consommation d'espaces naturelles. En ce qui concerne la pollution environnementale, qu'elle soit marine ou terrestre, le secteur de l'industrie se détache largement des secteurs de l'agriculture et l'infrastructure. Enfin le changement climatique est plus relié au secteur industriel suivi par l'agriculture.

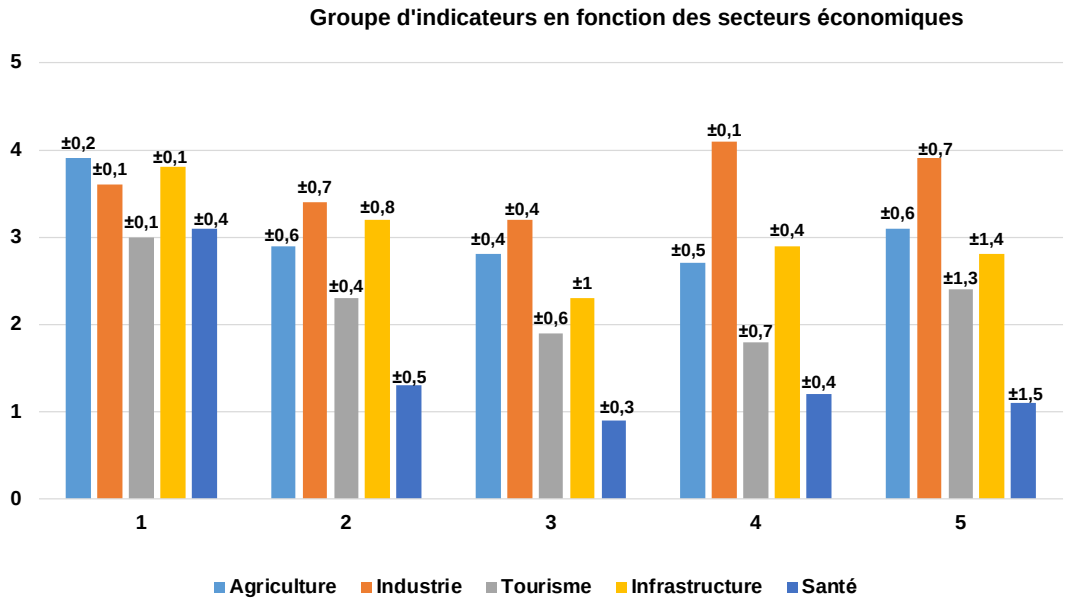

Figure 7 - - *Impact des différents secteurs de l'économie sur la biodiversité et les habitats.*

1 : Tendance et évolution, 2 : Fragmentation de l'habitat et l'espace naturel, 3 : Impact sur des espèces terrestre ou marine, 4 : Pollutions, 5 : Changement climatique

Selon les résultats des enquêtes réalisées auprès des acteurs de la biodiversité, les secteurs de l'agriculture et de la pêche d'une part et le secteur de l'industrie d'autres parts, impactent le plus la biodiversité et l'habitat. Ces deux secteurs les plus impactant, sont suivis par le secteur des infrastructures.

Des pertes de biodiversités qui s'accélèrent à l'échelle mondiale

À l'heure actuelle, et en dépit des efforts fournis par la communauté internationale en faveur de la conservation de la diversité biologique mondiale, notamment après le Sommet de la Terre à Rio en 1992, tous les indicateurs s'accordent sur la perte de la biodiversité à l'échelle mondiale, et sur l'accentuation de ce phénomène à un rythme accéléré.

À ce propos :

- L'indicateur Living Planet Index, mis en place par la CDB, et relatif au suivi des effectifs des mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens, révèle une chute spectaculaire des populations d'environ 68 % entre 1970 et 2016.

- Ainsi, sur un total de 96 500 espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN, un total de 27 % sont menacées d'extinction, représentant 40 % des amphibiens et 14 % de l'avifaune.

- Les écosystèmes forestiers ont connu une chute spectaculaire de leur superficie d'environ 6,5 millions d'hectares par an entre 2010 et 2015, ce qui n'est pas négligeable (Bureau & al, 2020).

- La superficie des zones humides a également régressé de 35 % entre 1970 et 2015. La biodiversité cultivée n'est pas non plus épargnée, avec une uniformisation des variétés qui fragilise les capacités d'adaptation aux changements globaux.

À l'échelle mondiale, les principaux moteurs de la perte de la biodiversité dus aux différentes activités économiques sont la conséquence des impacts individuels ou cumulés de la consommation non durable des ressources naturelles, des pollutions, de la conservation des terres et des effets du changement climatique

3 IMPACT DES SECTEURS ÉCONOMIQUES MARITIMES SUR L'EROSION DE LA BIODIVERSITÉ MARINE TUNISIENNE

La Tunisie connait depuis ces dernières années une dégradation alarmante de la biodiversité marine. L'anthropisation importante du littoral, les rejets en Mer, la pollution chimique et organique, la surpêche, la pêche illégale et illicite, les espèces introduites envahissantes, le changement climatique, l'aquaculture et le transport maritime constituent les principales causes de cette dégradation.

3.1 Une activité de pêche intensive

3.1.1 La production halieutique tunisienne

En 2018, la flottille de pêche réparti dans les 42 ports tunisiens comptait 14 521 unités (DGPA, 2018), constituée à 92 % de barques côtières. Le taux des captures par zone maritime est 22 % pour la zone nord, 45 % pour la zone centre, et 33 % pour la zone sud (JICA 2020).

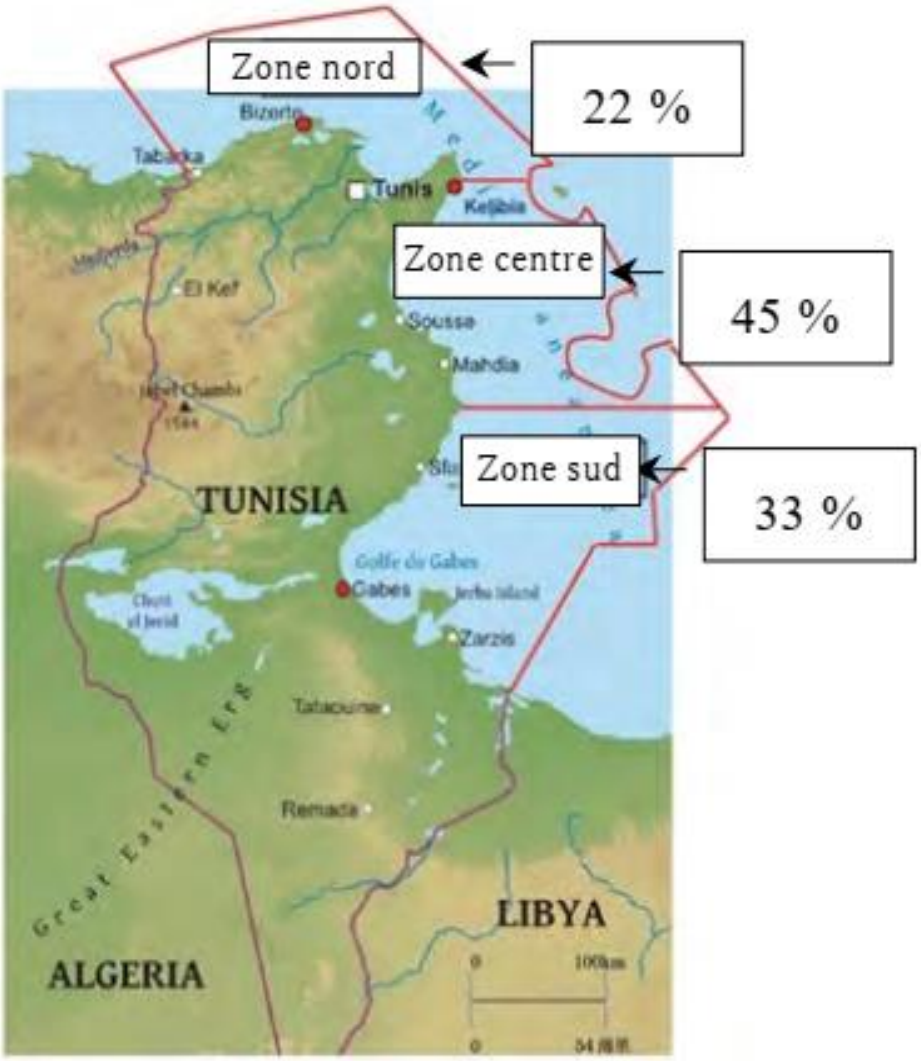

Figure 8 - Taux de capture par zones de pêche tunisiennes (JICA 2020).

A l'exception de la pêche au chalut et de la pêche au thon, les productions halieutiques sont croissantes.

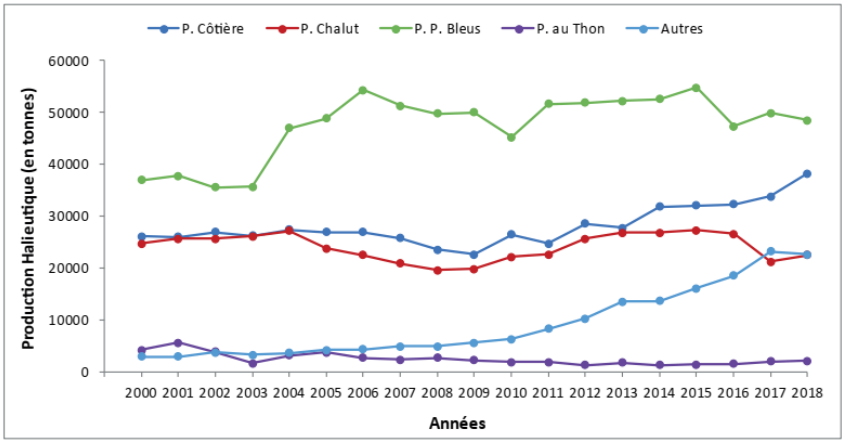

Figure 9 : Évolution annuelle de la production halieutique au niveau national par type de pêche (2000-2018) (Source : DGPA, 2018)

Au sein du Golfe de Tunis, en 2018, la production halieutique y était estimée à 9 625 tonnes contre 7 875 en 2017, soit une augmentation de 18.2% concernant tous les types de pêche. Les productions des chalutiers benthiques, de l'ordre de 590 tonnes, incluent essentiellement du merlu, rouget blanc, saurel et pageot souvent constitué d'individus n'ayant pas atteint la taille de première maturité sexuelle, ce qui constitue une dégradation de la viabilité de la ressource. Lors d'une campagne de chalutages expérimentaux, les rejets des poissons représentaient 16% des captures totales (Zarral & al., 2015). Le rendement de la pêche au sein du Golfe de Tunis se caractérise aujourd'hui par une évolution régressive.

Le Golfe de Gabès représente la zone ayant la plus forte productivité (Jarboui et al., 2020) et abrite la majorité de la biodiversité halieutique tunisienne (247 espèces de poissons parmi 327 espèces recensées en Tunisie, Bradai et al., 2004). Celui-ci a connu une intensification de l'effort de pêche dès les années 70. Aujourd'hui, le chalutage benthique, la senne et la pêche côtière sont les activités principales dans le Golfe. Entre 2000 et 2010, la production totale annuelle au niveau du Golfe de Gabès a dépassé les 40 000 tonnes correspondant à 40% de la production nationale annuelle (DGPA, 2014). Gabès a assuré la production totale de 7 229 tonnes de produits de la mer en 2012 contre 6 903 en 2015 dont principalement des sardines. Le secteur halieutique y procure du travail à plus de 5000 marins.

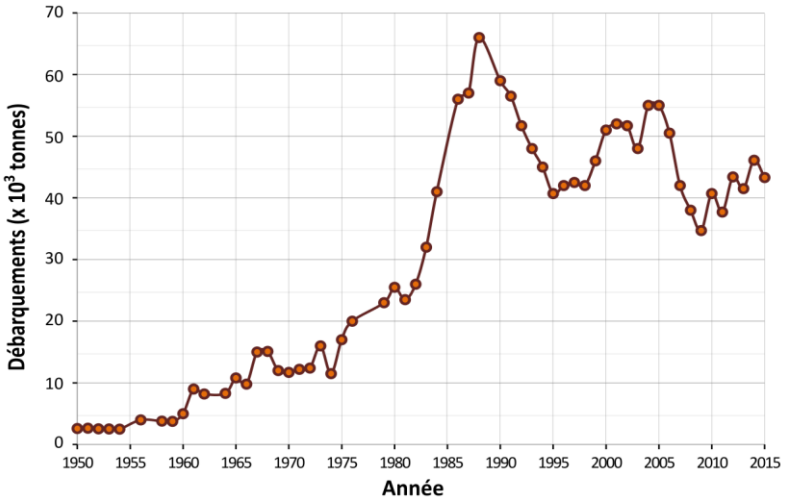

Figure 10 - Évolution de la production totale dans le Golfe de Gabès entre 1950 et 2015 (Halouani et al., 2015).

3.1.2 Conséquence de l'intensification de la pression de pêche

L'intensification des efforts de pêche menace la durabilité de la pêche et engendre une baisse des ressources marines depuis les années 1990. Le rendement horaire moyen des chalutiers a chuté de 75 kg.h-1 en 1971 à seulement 37 kg.h-1 en 2001 (Gharbi and Zaarah, 2001). Les stocks continuent à diminuer en raison de la surpêche, du non-respect des zones de pêche réglementées et de l'utilisation de méthodes de pêche illégales (Verner, 2013). Dans le port de Djerba-Homet Souk, la période de pêche de septembre à novembre en 2011 a produit 120 tonnes, à comparer à la moyenne habituelle de 150 tonnes (Halouani et al., 2015). Le chalutage dans le Golfe de Gabès rejette souvent 50% des prises (prises accessoires, poissons de petite taille, algues, Posidonie, Cymodocée, etc.) (Jarboui et al., 2005). Le rendement moyen de la pêche par bateau dans le Golfe de Gabès est en baisse (Fig. 5).

Certaines espèces sont particulièrement menacées dont celles incluses dans la convention de Berne et la convention de Barcelone, comme Epinephelus marginatus (mérou), ou encore d'autre espèces (Petromyzon marinus, Cethorinus maximus, Isurus oxyrinchus, Lamna nasus, Carcharodon carcharias, Mobula mobular, Raja alba, Acipenser sturio, Anguilla anguilla, Alosa fallax, Syngnathus abaster, Hippocampus hippocampus, H. guttulatus, Xiphias gladius) (Anonyme, 2019). Dans le Golfe, les stocks de poissons sont déjà surexploités de 30 %, et la biodiversité recule parallèlement à la réduction de la couverture végétale aquatique submergée, à cause des méthodes invasives de pêche (Halouani et al., 2015). D'après Ben Meriem et al. (2005), l'évaluation des stocks des principales espèces exploitées a montré que les espèces de poissons Merluccius merluccius, Mullus barbatus, Mullus surmuletus et Pagellus erythrinus sont en surexploitation et que la mortalité par pêche de la fraction juvénile de la population est particulièrement élevée.

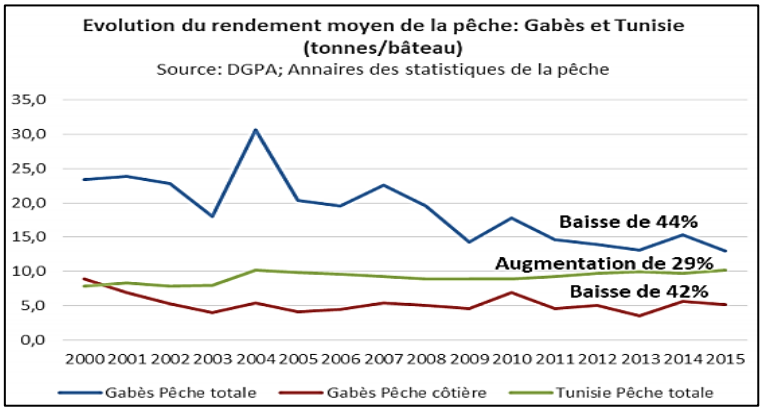

Figure 11 - Évolution du rendement moyen de la pêche : Gabès et Tunisie (tonnes/bateau) (DGPA, 2018).

Les conséquences de l'intensification de la pression de pêche vont au-delà du prélèvement de la ressource dans le milieu naturel. La pêche détruit les habitats, modifie les substrats des écosystèmes exploités ainsi que leurs structures et leurs fonctionnements. Les chaluts benthiques et les mini-chaluts qui raclent les fonds marins détruisent les peuplements benthiques (les éponges, les bryozoaires, les colonies de polychètes, les coraux profonds, etc.). Cette dégradation peut engendrer une réduction de la diversité des habitats et par conséquent, une diminution de la diversité des populations de poissons qui y habitent. Ces types de pêche augmentent la turbidité et modifient les processus d'échanges chimiques et physiques des fonds marins et des sédiments (Jarboui et al., 2005). Les prises accessoires ou accidentelles (poissons non ciblés à faible valeur commerciale) peuvent avoir un volume plusieurs fois supérieur à celui des prises d'espèces ciblés. Ces captures accessoires peuvent comprendre des juvéniles d'espèces de poissons de haute importance commerciale, écologique ou des animaux vulnérables : tortues de mer, requins, raies, etc. (Jarboui et al., 2020). Le chalutage benthique détruit directement les herbiers Posidonia oceanica en causant leur régression. Un chalutier typique, de taille moyenne, déracine environ entre 99 200 et 363 300 faisceaux (unité de croissance de la posidonie) de Posidonie par heure (Sánchez Lizaso et al., 1990). La modification de la physionomie du fond du Golfe de Gabès a induit un changement de la bionomie benthique, avec une perte du couvert végétal originel de l'ordre de 90% conduisant à l'installation de biocénoses caractérisées par une faune et une flore de milieux envasés et dégradés (Afli et al., 2005).

De nombreuses pratiques illégales perdurent à ce jour : la senne de plage, la pêche via des explosifs ou armes à feu, ainsi que le « kiss ». Ce dernier, associé au chalutage benthique, a un impact considérable sur les herbiers de posidonie. Une étude de Zerelli (2018) a montré que les dommages causés aux prairies de *Posidonia oceanica* dans le Golfe de Gabès par le « kiss » sont plus importants que les dommages causés par le chalutage régulier et légal.

Le nombre de cas de flagrant délit de pêche illégal est passé de 957 (2015) à 1 359 (2018), soit une augmentation de 42 % (JICA 2020).

Les effets des pratiques illégales et non durables

L'utilisation des mini-chalut, appelé Kiss, dans le Golfe de Gabès surtout après 2011 (tableau 3) utilisant des bateaux de plus en plus puissants qui pêchent toujours plus près des côtes ont aujourd'hui un impact négatif considérable sur les herbiers de posidonie (Ben Hmida et al., 2014). En effet, le raclage continu ces mini- chaluts arrache un nombre important de faisceaux et mélange le fond, modifiant ainsi les taux de sédimentation. L'érosion de la matte et la réduction de la densité de l'herbier qui en découlent aggravent davantage l'action ultérieure des chaluts (Pergent et al., 1995). Les biomasses totales retenues (poids humide) dans les traits de mini-chalut effectués pendant la campagne de pêche montrent que la partie commercialisable ne dépasse pas 15 kg par trait de chalut et celle rejetée atteignant jusqu'à 355 kg. La partie rejetée correspond à plusieurs espèces benthiques (spongiaires, échinodermes, mollusques, etc.) mais 68% des rejets sont formés par Posidonia oceanica (feuilles, rhizomes, racines) qui constitue la plus grande biomasse (Ben Hmida et al., 2014). En revanche, une étude menée par Jarboui et al. (2005) sur les rejets des pêcheries industrielles tunisiennes au chalut de fond dans le Golfe de Gabès au cours desquelles 81 opérations de chalutage de fond avec un total de 125 heures d'effort de pêche d'un chalutier régulier à des profondeurs de chalutage légales ont été analysées, ont conclu que Posidonia oceanica compte pour seulement 28% du poids total des prises accessoires rejetées.

La production halieutique tunisienne n'a cessé d'augmenter au cours des dernières années. Cette intensivité, associée à une pêche non raisonnée, provoque un ralentissement du rendement et un épuisement des populations, parfois pour des espèces menacées comme le mérou. Des pratiques illégales comme le mini-chalutage « kiss » persistent et causent des dégâts importants sur la flore benthique.

3.2 Des zones marines et des espèces sous pression

3.2.1 Des impacts localisés

La ville de Tabarka, deuxième ville exportatrice de corail au monde, abrite une très grande variété de coraux au sein de ses côtes. La production tunisienne du corail rouge (*Corallium rubrum L.*) associée a des pratiques non durables (pêche anarchique, emploi de techniques illégales, contrebande) et malgré la pollution des eaux, a a augmenté de 92% durant les dernières années ce qui menace très fortement la durabilité de la ressource :. la . 10 % des sites coralligènes sont considérés comme ravagés (Jaziri et al, 2016), tandis que 50% des colonies n'atteignent pas la taille limite légale selon les recommandations du Comité Scientifique Consultatif des pêches (CSC) et de la Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée (CGPM).

Les îles Kerkennah abritent un herbier de Posidonie qui y représente une composante majeure de l'écosystème local. Celui-ci comprend une structure unique appelée herbier tigré (Ben Brahim et al., 2014), dont 40% de la couverture de l'herbier est formée de mattes mortes à cause des panneaux divergents utilisés pour garantir l'ouverture latérale du mini-chalut (kiss) qui forment des sillons dans les herbiers. La posidonie tend à recoloniser ces surfaces perdues, mais elle est confrontée à la compétition des autres macrophytes exotiques à caractère invasif tels que *Caulerpa racemosa var. cylindracea* (Ben Hmida et al., 2014). Les effets du mouillage (action

mécanique des ancres en particulier), peuvent conduire localement à la régression de l'herbier en place, en plus des diverses pollutions apportées par des macro-déchets et produits chimiques (détergents, les hydrocarbures et les peintures anti-fouling).

La lagune El Bibane (30 000 ha), classée site Ramsar, accueille 60 espèces parmi 31 familles, dont de nombreuses espèces migratrices. Au sein de la lagune, la pêche (pêche à la ligne, par la bordique et au filet) a une production qui fortement diminué, passant de 120 kg/j/barque dans les années 70 à 15 kg/j/barque aujourd'hui, soit une baisse de 87,5% de la production. Les causes possibles de la raréfaction des ressources sont la pêche anarchique et illégale, le non-respect du repos biologique ou encore la pollution de la lagunemais également l'invasion du crabe bleu qui concurrence les espèces locales ainsi que la régression de l'herbier de posidonie qui constitue une dégradation de la qualité des habitats. Le manque d'études scientifiques entraîne une incapacité à prendre en compte les effets de ces pratiques et d'apporter des propositions de bonne gestion du stock de pêche.

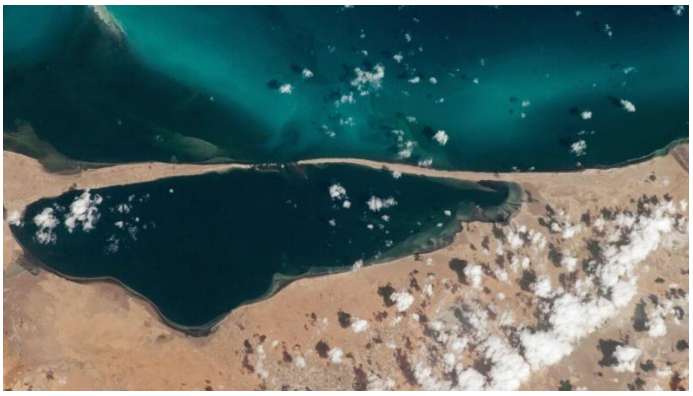

Figure 12 - La lagune El bihane avec le chenal central

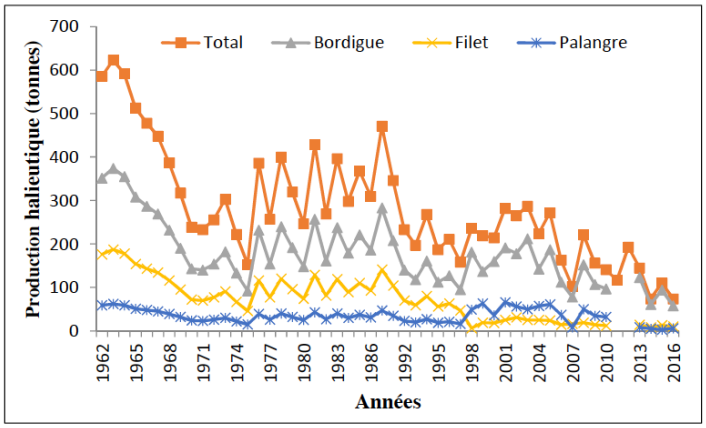

Figure 13 - Évolution annuelle de la production halieutique de la lagune El Bibane par type de pêche durant la période (1962-2016) (DGPA, 2015).

3.2.2 Un exemple de groupe taxonomique impacté : les cétacés

Les cétacés sont considérés parmi les espèces les plus importantes, participant au maintien de l'équilibre écologique et à structurer les communautés marines (Croll et al., 1998). En Tunisie, les cétacés sont sous le statut de protection « menacé » qui indique un danger d'extinction (Bradai, 2001). La Tunisie, consciente de cette problématique, a ratifié la majorité des conventions relatives à la sauvegarde de la faune et de la flore marine.

Les inventaires cétologiques montrent que les côtes sont couramment fréquentées par des espèces marines démersales telles que le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), le rorqual à museau pointu (*Balaenoptera acutorostrata*), le cachalot (*Physeter macrocephalus*) ou encore le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*).

La composition des delphinidés échoués le long des côtes tunisiennes (présence de nouveau-nés et de juvéniles) indique que ces côtes pourraient être une zone de reproduction pour les cétacés (Karaa, 2005). Des campagnes de prospection et d'observation réalisées par l'INSTM ont permis de confirmer la présence de quatre espèces de cétacés dans les eaux tunisiennes : *Tursiops Truncatus, Delphinus delphis, Stenella coeruleoalba et Grampus griseus*. Benmessaoud (2008 ; 2014) a mis en évidence l'existence d'une population de grands dauphins dans la région de Kélibia. Cet effort d'observation, associé au suivi à long terme de *Tursiops* au large de la région, a permis de la retenir comme « *Important Marines Mammals Area* » (IMMA), du fait qu'il s'agit à la fois d'une aire de répartition, d'alimentation et de reproduction pour cette espèce. Cette espèce a également été identifiée dans la région Est de la Tunisie (Benmessaoud & al., 2021) ainsi que dans la lagune de Bizerte (*Aïssi & Daly Yahia, 2011*). En 2018, l'Accord sur la Conservation des Cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique Adjacente (ACCOBAMS) a permis le recensement des cétacés via un suivi aérien et par bateau. Cette mission a mis en évidence la richesse écologique de la Méditerranée, avec une forte abondance de l'espèce *Tursiops truncatus* interagissant avec des activités anthropiques au niveau des côtes tunisiennes.

Plusieurs études ont permis d'identifier des impacts spécifiques à certaines zones et espèces. Les exemples de Tabarka, des îles Kerkennah et de la lagune El Bibane montrent comment une exploitation irréfléchie des ressources peut provoquer une perte de biodiversité associée à une baisse de rendement importante. Pour la faune, l'exemple des cétacés montre comment des inventaires systématiques ont permis de mieux comprendre la répartition de plusieurs espèces ainsi que les divers impacts auxquels celles-ci sont confrontés.

3.3 Des activités socio-économiques à fort impact

3.3.1 Une production aquacole peu encadrée

En 2019, il existait plus de 32 installations piscicoles le long du littoral tunisien (auxquels s'ajoutent les installations en eau douce et on-shore) (pour la production d'alevins, le grossissement, etc.. La production aquacole est de 20 761 tonnes en 2018 et a pratiquement été multiplié par 10.

Tableau 6 - Nombre des fermes aquacoles en Tunisie (DGPA, 2018)

Milieu	Nombre et nature
Marin	26 Fermes de Pisciculture marine 6 fermes d'engraissement de thon rouge 16 fermes conchylicoles 1 Fermes d' élevage de crevette
Eau douce	7 fermes de Pisciculture en eau douce 10 Fermes d' élevage d' algues
On shore	3 Écloseries de poissons marins 3 Écloseries de poissons d' eau douce 1 Écloseries de crevettes 3 usines de fabrication d' aliments pour poissons

Tableau 7 - Production des fermes aquacoles en Tunisie de 2007 à 2018 (DGPA, 2018)

Année	2007	2009	2011	2013	2015	2018
Production (tonne)	2 142	3 345	6 199	11 964	14 269	20 761

Les espèces les plus cultivées sont le bar européen (*Dicentrarchus labrax*), la dorale royale (*Sparus aurata*) ainsi que le thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*). En conchyliculture, l'huître creuse du Pacifique (*Crassostrea gigas*) a été introduite en Tunisie depuis les années 70.

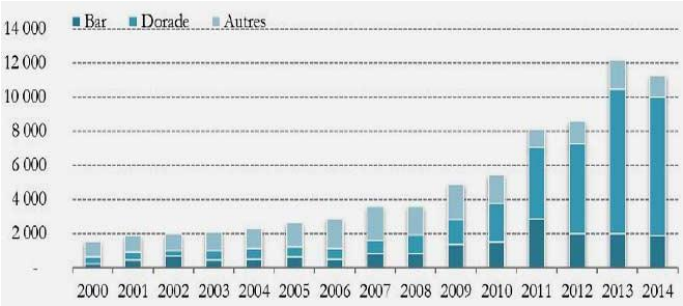

Figure 14 - Évolution de la production aquacole tunisienne du bar, dorade et autres (en tonnes) (DGPA 2017).

Peu d'études ont été réalisées afin d'évaluer l'impact des fermes aquacoles sur la biodiversité marine en Tunisie. Les effets sont cependant nombreux : pollution génétique des ressources naturelles, émissions de polluants et de déchets, transmission de maladies, dispersion d'espèces non-indigènes, rejet de produits pharmaceutiques dans l'eau… (Delgado & al., 1999 ; Cancemi & al., 2003 ; Jebara & al., 2020) . Par exemple, l'installation des fermes piscicoles dans l'environnement benthique augmente les charges organiques, modifie les caractéristiques des sédiments (Challouf et al., 2017), augmente les teneurs en matière organique, phosphore et azote, favorise la prolifération des organismes planctoniques, nuit à la vitalité des herbiers à Posidonia oceanica,refuges pour de nombreuses espèces animales et végétales benthiques ce quiprovoque la dégradation de tout l'écosystème environnant. Un des effets de ces modifications de la qualité des eaux le long des îles Kuriat (Challouf & al., 2017) pourrait être de nuire à la nidification des œufs de la tortue caouanne (Caretta caretta).

Bien que cette activité soit cadrée par une règlementation qui définit précisément les conditions d'installation des fermes aquacoles, la majorité de fermes piscicoles ne répondent pas au respect de la profondeur minimale de 30 m. Dans la baie de Monastir, la valeur minimale enregistrée pour les fermes piscicoles dans cette zone est de 22 m de profondeur (Zaghdoudi, 2013) ce qui impacte directement les herbiers de possidonie.

3.3.2 Le transport maritime, vecteur d'introduction d'espèces envahissantes

En Tunisie, huit ports de commerce sont à l'origine d'un important trafic maritime méditerranéen et transocéanique, augmentant ainsi le risque d'introduction des espèces exotiques et invasives. Cela concerne notamment le rejet des eaux de ballasts. Les sédiments qui stagnent à l'intérieur de ces structures contiennent des espèces avec une grande capacité de résistance, des kystes ou encore des organismes benthiques de stade adulte, capables de se propager et de causer d'importants dégâts et des maladies une fois rejetés. La Tunisie ne dispose pas de législation nationale en matière de prévention des introductions. Environ 2,53 millions de tonnes d'eau de ballast et 65 tonnes de sédiments sont déversées chaque année dans le golfe de Gabès. 14% des eaux rejetées sont auparavant chargées dans un port non-méditerranéen.

L'impact des eaux de ballast du transport maritime

Environ 2,53 millions de tonnes d'eau de ballast et 65 tonnes de sédiments sont déversées chaque année dans le Golfe de Gabès (Hattour et Ben Mustapha, 2015). Ces sédiments qui stagnent au fond des tanks contiennent des espèces à grande capacité de résistance, des kystes, ou encore des organismes benthiques au stade adulte (Hattour et Ben Mustapha, 2013). Les eaux et sédiments de ballast, pompées renferment divers types d'espèces à différents stades de vie pouvant inclure des bactéries comme Vibrio cholerae, (McCarthy et Khambaty 1994), des champignons (Drake et al, 2007), des microalgues dinoflagellés toxiques (Hallegraeff, 1998), de petits invertébrés, œufs, spores, graines, kystes et larves d'espèces aquatiques animales et végétales (Raaymakers, 2002).

Les espèces envahissantes marines sont considérées comme l'une des principales causes de la perte de biodiversité en Méditerranée (Galil, 2015). Elles peuvent déplacer les espèces autochtones, réduire la biodiversité des communautés, changer la composition et l'abondance des espèces dans les différents habitats, modifier la structure des habitats et occasionner des réactions en chaîne ou des changements au sein du réseau trophique pouvant engendrer d'importants impacts négatifs sur l'écosystème. Le nombre d'espèces introduites dans les mers tunisiennes a considérablement augmenté ces dernières années. La zone nord a reçu le plus grand nombre de macrophytes introduites (18 espèces) par rapport à la zone centrale (9 espèces) et la zone sud (11 espèces).

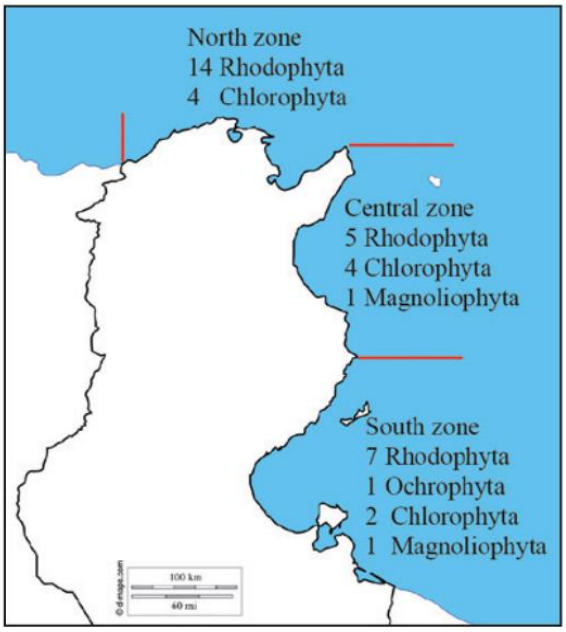

Figure 15 - Répartition des macrophytes introduites en Tunisie (Sghaier et al., 2019)

Au sein de la baie de Monastir, le nombre d'espèces de la faune introduites était de 13 en 2016. Ce nombre ne cesse d'augmenter avec le temps. Dans le Golfe de Gabès, 91 espèces exotiques (poissons, crustacés, mollusques et macrophytes) ont été observées. . L'intrusion dans les eaux tunisiennes d'espèces de l'Atlantique tropical et de l'océan Indopacifique s'accélère, résultat du réchauffement des eaux méditerranéennes (Hattour et Ben Mustapha, 2015). Concernant la faune, les principaux groupes de faune exotique en Tunisie sont les. Parmi les 136 espèces exotiques (mollusques, crustacés, poissons, polychaètes, cnidaires), 60 ont été signalées dans le nord et 76 dans le centre et le sud du littoral de la Tunisie. 66 de ces espèces exotiques (48,5%) se concentrent dans le Golfe de Gabès.

L'aquaculture est source de nombreux impacts pour la faune et la flore marines. L'apport en matière organique qu'elle provoque peut causer des proliférations phytoplanctoniques et endommager les herbiers de Posidonie proches. Par effet de cascade, c'est toute la biodiversité à proximité qui est impactée par cette activité. Cette pollution est appuyée par le non-respect de la réglementation sur la profondeur minimale des bassins.

Une autre activité à fort impact écologique est celle du transport maritime, qui entraîne la prolifération d'espèces envahissantes par l'intermédiaire des eaux de ballasts rejetées en mer. Celle-ci se rajoute aux changements climatiques et pollutions diverses qui entraînent de profonds changements dans la répartition des espèces aquatiques.

3.4 Des menaces multiples

3.4.1 L'impact de la pollution sur la biodiversité marine

La pollution marine entraîne la raréfaction ou la dégradation de certaines ressources naturelles, notamment l'eau et les espaces côtiers. Elle s'explique en partie par une gestion insuffisante des déchets aussi bien domestiques qu'industriels : le déversement et le rejet croissants de polluants toxiques dans l'environnement marin menace gravement la faune et la flore. Les eaux usées, les déchets solides mais également les polluants chimiques (hydrocarbures, PCB…) sont à mettre en cause. En parallèle, l'apport de nutriments peut provoquer une turbidité des eaux d'une part, ainsi qu'une diminution de la photosynthèse en profondeur qui favorise, d'autre part,

l'eutrophisation des eaux avec l'apparition de blooms phytoplanctoniques. D'autres pressions localisées menacent le sud-est du littoral tunisien : le remblayage de l'estran de la région de Sfax ou encore l'extension des salines à Sfax et de phosphogypses à Gabès (Ben Mustapha & al., 2002). Plusieurs études ont été réalisées sur l'impact des rejets en mer sur la flore marine. On peut citer le rôle des eaux usées dans la dégradation de l'herbier de Posidonie, ou encore celui des antibiotiques dans l'apparition de bactéries multi-résistantes.

L'exemple du Golfe de Gabès illustre les multiples pressions auxquelles font face les milieux naturels dans un contexte de surexploitation des ressources marines. Celui-ci y est confronté depuis des décennies : la pêche indiscriminée et intensive, ainsi que la pollution provoquée par le déchargement du phosphogypse en mer, entraînent le déséquilibre de l'écosystème marin. Ces effluents représentent les rejets les plus significatifs en termes de pollution des fonds marins. Une étude de l'INSTM a montré que le milieu marin de Gabès est dépourvu de toute présence floristique sur un rayon de 2,5 km à partir des côtes. Une régression massive des herbiers à *P. oceanica* est observée depuis des années. Celle-ci est attribuée à l'action des polluants chimiques : hydrocarbures, PCB et métaux lourds. Des apports en matière organique augmentent la turbidité de l'eau, entraînent la mort des feuilles de *P. oceanica* et provoquent à terme des blooms phytoplanctoniques.

3.4.2 Une vulnérabilité aux changements climatiques

Les régions méditerranéennes sont qualifiées de « point chaud du changement climatique » (Giorgi, 2006), et la Tunisie, du fait de sa localisation géographique, est particulièrement sensible à ce phénomène. A l'horizon 2100, on s'attend à une augmentation de la température de 1,3 à 2,5°C, une élévation du niveau de la mer de 38 cm à 55 m et une baisse des précipitations de -5 à -15%. L'élévation du niveau de la mer, en particulier, pourraient rendre plus de 3 000 hectares de zones urbaines vulnérables et menacées de submersion. Parmi celles-ci, on trouve des zones de forte importance socio-économiques telles que des zones industrielles et touristiques. Plus de la moitié de ces terres submersibles sont des zones urbaines résidentielles.

Tableau 8 - Impact des changements climatiques sur les milieux marins et littoraux de Tunisie

Zones	Risques	Conséquences	Références
Tabarka (Récifs corallien)	Élévation de la température	Baisse de la pêche des coraux	Anonyme, 2014
Lagune de Bizerte, lagune de Ghar el Melh, sebkhas de Kalaat el Andalous	Élévation de la température	Augmentation de la productivité des zones lagunaires et sebkhas	Radhouane, 2013
Golfe de Tunis	Élévation du niveau de la mer	Les zones potentiellement submersibles sont estimées à 781 hectares de zones industrielles localisées essentiellement à Tunis	Travers et al., 2010
Plages de sable : Golfe de Hammamet, baie de Monastir	Élévation du niveau de la mer	Dégradation du littoral et risque sur le tourisme balnéaire. Il est ainsi attendu un recul progressif du trait de côte.	Anonyme, 2014 Radhouane, 2013
Golfe de Gabès	Diminution des nitrates et de l'ammonium Augmentation des phosphates	Perturbation de la dynamique du phytoplancton et des plantes marines : algues et magnoliophytes	Lamon et al., 2013
	Élévation du niveau de la mer devrait être plus élevée dans la zone du Golfe de Gabès qu'en Méditerranée (2 vs 1,7 mm / an)	Dégradation du littoral	Lamon et al., 2013 Rizzi et al., 2016
	Augmentation de la Température de l'eau d'environ 2 C, et tendance de la salinité à être constante (période 2071–2100).	Migration vers les mers du nord de la Tunisie Prolifération de certaines espèces thermophiles	Lamon et al., 2013 Rizzi et al., 2016
	Augmentation de la vitesse du vent Augmentation de la température atmosphérique jusqu'à 4 C pendant les mois d'été dans le Golfe de Gabès dans la période 2071–2100.	Inondations dues aux ondes de tempête. Les zones potentiellement exposées sont les zones adjacentes au rivage et de faibles altitudes Migration des espèces vulnérables vers les mers du nord de la Tunisie Prolifération d'espèces thermophiles de la flore marine	Lamon et al., 2013
	Elévation de la température Augmentation de la salinité des eaux	Prolifération des algues dans le lagon de Boughrara (eau peu profonde et la circulation des eaux lente), phénomène important très associé à la hausse des températures	Verner, 2013
	Elévation de la température Augmentation de la salinité des eaux	2 000 tonnes de sardines ont été perdues dans l'été de 2008 Car l'espèce pond ses œufs près de la côte et est probablement influencée par les fluctuations des températures suite à une prolifération d'algues	Verner, 2013
Archipel de Kerkennah.	Élévation du niveau de la mer	La pérennité des pratiques de pêches (pêche à pied, pêche des Charfia) est menacée.	Anonyme, 2014 Radhouane, 2013

Zones	Risques	Conséquences	Références
		Le littoral de basse altitude et les îles sont extrêmement vulnérables à l'érosion côtière et aux inondations dues à une élévation même modérée du niveau de la mer.	
	Augmentation de la salinité des eaux	Dégradation des écosystèmes accompagnée d'une prolifération d'espèces exotiques envahissantes	Anonyme, 2014
Ile de Djerba	Élévation du niveau de la mer	560 hectares de zones touristiques localisées en grande partie sur la façade Est de l'île de Djerba seront inondés La pêche côtière menacée	Travers et al., 2010
Zones côtières de basses altitudes	Élévation du niveau de la mer	Les zones côtières les plus vulnérables sont probablement les lagunes, les sébkhas et les marais côtiers les plus bas, qui seront inondés par l'élévation du niveau de la mer. L'érosion du rivage le long des côtes de la lagune est également probable.	Travers et al., 2010 Radhouane, 2013
Zones de pêche	L'élévation de la température	Migration vers les mers du nord de la Tunisie Prolifération de certaines espèces thermophiles qui étaient inféodées exclusivement au Golfe de Gabès (Sud de la Tunisie). Baisse des niveaux de prises des pêcheurs La pêche lagunaire sera touchée par l'augmentation des températures et par l'élévation du niveau de la mer Perte de la pêche côtière traditionnelle (qui se pratique à une profondeur de 1 à 50 m) et de la pêche artisanale (pêche à pied, pêche des Charfia). Invasion d'espèces introduites exemple : le crabe bleu Portunis segnus, le crabe tropical atlantique Libinia dubia et la fausse crevette de la Mer Rouge Erugosquilla massavensis	Anonyme, 2014 Ministère de l'Equipement et de l'Environnement, 2013 Anonyme, 2015 APAL et PNUD, 2012

Le rejet de polluants toxiques, qu'il s'agisse de macro-déchets ou de produits chimiques, entraîne des dégâts importants sur la biodiversité Marine. Les eaux usées dégradent les herbiers de Posidonie. Le Golfe de Gabès est notamment concerné par une pollution au phosphogypse qui provoque une disparition de la flore à proximité du littoral.

Le changement climatique est également amené à bouleverser l'écologie des côtes, avec une augmentation du niveau de la mer qui pourrait handicaper l'activité de pêche et dégrader les littoraux. L'augmentation de la température de l'eau provoquera la disparition de certains groupes comme celui des coraux.

3.5 Conclusion

Le déclin de la biodiversité marine s'explique par plusieurs facteurs : la pollution (rejet du phosphogypse, eaux usées, etc.), le chalutage hors des zones de pêche, le mini-chalutage (Kiss) et le changement climatique. Ce déclin est particulièrement étudié dans certains secteurs marins et côtiers de la Tunisie. Le Golfe de Gabès, bien que des lacunes de connaissances demeures pour plusieurs zones est particulièrement concernés par les pollutions par les phosphogypses, la surpêche et les pratiques de pêches illégales. La Baie de Monastir est confrontée à plusieurs espèces invasives et à une détérioration de la qualité des eaux à cause d'une baisse de la salinité et de fortes teneurs en azote et phosphore.

Il est recommandé de renforcer les travaux déjà accomplis en réalisant des inventaires systématiques des espèces dans les zones sensibles et en mettant en œuvre un suivi régulier de l'évolution de la flore et de la afin de comprendre les évolutions et de pouvoir intervenir dans les secteurs à conserver grâce à de classements appropriés comme celui des aires marines et côtières protégées (AMCP).

4 IMPACT DES SECTEURS ECONOMIQUES TERRESTRES SUR LA BIODIVERSITE TUNISIENNE

4.1 L'économie tunisienne en quelques chiffres

Les grands secteurs de l'économie tunisienne se caractérisent de la façon suivante :

- Le secteur tertiaire du pays englobe le tourisme, les technologies de l'information et de la communication et tous les services. Ce secteur contribue à concurrence de 60 à 63 % du PIB et emploie près de 43.7 % de la population active. Cela en fait le premier secteur économique du pays.
- Le second secteur clé de l'économie tunisienne est l'industrie, qui représente près de 23 % du PIB et emploie plus de 42.7 % de la population active tunisienne. Ce secteur très diversifié regroupe tous les secteurs des industries manufacturières et non manufacturières (industries de la chimie, de l'énergie et des mines, agroalimentaire, industrie électrique et mécanique, industrie extractive pour les minerais et minéraux).
- L'agriculture et la pêche occupent la 3e position des secteurs vitaux de l'économie du pays, avec environ 10,4 % du PIB et 13,5 % d'emploi pour la population active. La Tunisie est arrivée à atteindre le stade de suffisance alimentaire et est devenue, en parallèle, l'un des pays les plus productifs d'Afrique en matière d'agriculture biologique.

Dans le tableau ci-dessous, sont rapportés les différents secteurs de l'économie tunisienne, ainsi que la contribution de chaque secteur au PIB et à l'emploi dans le pays.

Tableau 9 - Contribution des secteurs et sous-secteurs économiques

Secteur	Sous-secteur	% du PIB	Populations employées	Régions concernées
Agriculture & pêche	Agriculture & Pêche	10.4 % (2019)	505 800 (2018) main d'œuvre	Au total, 41 ports de pêche situés tout le long du littoral, de Bizerte à Médenine. - La zone nord située entre le cap Bon et la frontière algérienne (sous exploitée) - La zone est de Kélibia jusqu'à la Chebba, constituée essentiellement par le golfe de Hammamet (moyennement exploitée) - De la Chebba jusqu'à la frontière libyenne ; Golfe de Gabes (largement surexploité)
	Production végétale (sans céréales)		Agrumes : 7 000 employés	Nabeul 66 % en 2015/2016 ; environs de Tunis 9 % ; Bizerte 5 % ; Kairouan 3 % ; Jendouba 3 % ; Beja 2 %
	Olives à huile	2 %	309 000 oléiculteurs	32 % Nord ; 46 % Centre ; 22 % Sud
	Céréales	16 %	>250 000 agriculteurs	Béjà occupe la première place en termes de volume collecté (21 %), suivie de Siliana (16 %), du Kef (14 %) et de Bizerte (12 %) ; Jendouba
	Élevage	4-5 %; 35-40 % du PIB agricole	112 100 éleveurs (2015)	Différentes régions du pays L'élevage laitier est concentré dans le Nord (70 % du cheptel) et dans le Centre
	Foresterie	0,3 % (2007-2017)	7 millions de journées de travail/an	Pin d'Alep dans la dorsale tunisienne au centre et au sud et des chênes de liège et de zen au nord-ouest du pays
	Cultures maraichères		20,848 millions de journées (2016)	Bizerte et Tunis ; Sidi Bouzid, Mahdia et Sfax ; Tozeur, Gabes et Kébili
Industrie	Industries manufacturières	15.2 % (2018)	645,8 (en millier) (2018)	Sfax : 40 ; Sousse : 17 ; Ben Arous : 17 ; Tunis : 15 ; Nabeul : 15
	Industries agroalimentaires	3 % du PIB (2018)	96,6 (en millier) (2018)	Sfax : 147 unités ; Nabeul : 110 ; Kairouan : 91 ; Ben Arous : 75 ; Béja : 60 ; Tunis : 54 ; Tozeur : 52 ; Sousse : 46 ; Jandouba : 42 ; Médenine : 41 ; Zaghouan : 41 ; Siliana : 35 ; Bizerte : 35 ; Monastir : 32 ; Autres : 169
	Matériaux de construction, céramique & verrerie	1,4 % du PIB	38,6 (en millier) (2018)	Nabeul 13 % des entreprises ; Gabes 9 % ; Sfax 8 % ; Zaghouan 8 % ; Monastir 6 % ; Kasserine 6 % ; Ben Arous 6 % ; Ariana 5 % et Tunis 4 %
	Industries mécaniques et électriques	5.4 % du PIB (2018)	154,1 (en millier) (2018)	Essentiellement en Gand-Tunis (Tunis, Ben Arous, Ariana et Manouba) avec 139 unités et le Nord-Est (Bizerte Nabeul et Zaghouan) avec 102 unités
	Industries chimiques	4 % du PIB	29,9 (en millier) (2018)	Sfax avec 104 unités ; Ben Arous : 86 ; Sousse : 66 % ; Zaghouan : 54 % ; Tunis : 45 % ; Nabeul : 38 % ; Monastir : 34 % ; Ariana : 30 % ; autres : 116%

Secteur	Sous-secteur	% du PIB	Populations employées	Régions concernées
Service	**Textiles, habillement & cuir**	2.7 % du PIB (2018)	242,4 (en millier) (2018)	**Textile et habillement :** Monastir est la première (433unités) soit : 27 % ; Grand Tunis : 19 % ; Sousse 12 % ; Nabeul 11 % et Sfax 10 %. ; autres : 21 %. **Cuir et chaussures :** Nabeul : 70 unités ; Grand Tunis : 64 ; Sfax : 41 ; Bizerte : 27 ; Zaghouan : 14 ; Sousse : 12 ; autres : 13.
	Industries manufacturières diverses	7.6 % du PIB	84,1 (en millier) (2018)	Sfax : 44 unités ; Ben Arous : 41 ; Tunis : 35 ; Monastir : 23 ; Sousse : 23 ; Bizerte : 16 ; Zaghouan : 16 ; Ariana : 14 ; Nabeul : 12 ; Mahdia : 7 ; Béja : 7 ; Gabes : 7 ; Autres : 27
	Mines	20 % du PIB		La région minière de Gafsa
	Énergies	13,7 % (2012) Extraction pétrolière et de gaz : 5 %	36,6 (en millier) (2018)	Les industries lourdes ainsi que les plus importantes centrales d'énergie concentrées sur le littoral ou des lacs en communication avec la mer avec des apports directs de pollution (Gabes, Menzel Bourguiba et Bizerte, la Goulette, Rades et Sousse)
Transport	**Activité Transport terrestre**	-Transport : 7 % du PIB (2014)	140 000 emplois directs ; 2 400 en activité transport terrestre (2014)	22 000 km de routes, y compris 366 km d'autoroutes et 75 % de routes goudronnées. L'axe nord-sud, la route ECOSO (Est Central Ouest-Sud-Ouest) et les voies de transport est-ouest
	Activité Transport maritime	-Transport maritime : 20 % du PIB de service		Huit ports : Bizerte, La Goulette, Radès, Sousse, Sfax, La Skhira, Gabès et Zarzis
	Activité Transport ferroviaire			La partie nord du réseau (471 kilomètres) est à voie normale ; la partie sud, c'est-à-dire la ligne Sfax-Gafsa-Métlaoui (1 688 kilomètres), est à voie métrique
Tourisme	**Activité Tourisme balnéaire**	Tourisme : 14,20 % du PIB (2019)	95 (en millier) ; Hôtel et restauration : 140,2 (en millier) (2018)	L'île de **Djerba, Sousse, Nabeul-Hammam, Sfax-Monastir.** Tunis et Tabarka. Nombre d'établissements : Nabeul-Hammamet : 124 ; Jerba-Zarzis-Gabes : 175
	Activité Tourisme intérieur			Tourisme saharien ; Tozeur-Kébili Nombre d'établissements : Gafsa-Tozeur : 89
Équipement Infrastructure	**Équipement**			La construction de 25 ponts sur les 23 gouvernorats. Le projet de l'autoroute reliant Tunis, Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa
Aménagement du territoire	**Aménagement du territoire**		La compagnie des phosphates de Gafsa : 14 000 emplois	Décentralisation. Sidi Bouzid, Kasserine, Jendouba, Le Kef, Kairouan, Kébili, Siliana, Tataouine, Zaghouan, Gafsa, Tozeur, Béja, Mahdia et Gabès Aménagement du territoire et pistes rurales (22 gouvernorats et 1450 pistes
Santé	**Fabrication des médicaments**	2 % du PIB (2018)	8 800 (2013-2017)	119 entreprises en 2017, dont 33 unités de production de médicaments à usage humain. Grand Tunis : 53 % des entreprises ; région du Sahel et Sfax : 25 %
	Santé publique	Dépense en santé 4,13 % (2017)	6 783 médecins ; 27 790 infirmiers ; 12 326 techniciens supérieurs (2018)	Différentes régions mais la majorité est à Tunis Hôpitaux généraux (Tunis, Ariana, Ben Arous, Manouba, Zaghouan, Sousse, Monastir, Mahdia, Sfax) & Hôpitaux régionaux (toutes les régions sauf Manouba et Mahdia)

4.2 Le secteur de l'agriculture

Tableau 10 - Place du secteur agricole dans l'économie tunisienne (INS,2019)

Indicateurs	Tunisie
Superficie (Km²)	163 610
Population (millions d'habitants) dont % de femmes	11,5 / 50,59%
PIB (Milliards $ courants)	40
PIB/habitant ($ courants)	3 490,8
Taux de croissance du PIB (%)	1,9
Part de l'agriculture dans le PIB (%)	9,2 (2016)
Terres agricoles arables (millions ha, 2015) % de terres irriguées de la surface totale agricole	2,9 3,9 (2013)
Population rurale (millions d'habitants) Croissance de la population rural (% annuel)	3 0,18

En Tunisie, le développement de l'agriculture est en cohérence avec les objectifs nationaux en matière de sécurité alimentaire et de création d'emplois. En 2017-2018, le secteur agricole et de la pêche contribuait à environ 10% du PIB. Il emploie près de 14,5% de la population tunisienne active.

Sur la période 2012-2016, pour toutes les céréales, la production nationale était d'environ 83 millions de quintaux. Cette production qui accuse une baisse depuis quelques années du fait des aléas climatiques, ne satisfait pas la demande croissante, notamment en blé tendre, d'où une dépendance toujours plus forte aux importations. L'oléiculture, qui couvre plus de 10% de la surface nationale, joue un rôle clé dans la stratégie de la politique agricole tunisienne. Enfin, l'élevage est également une filière de grande importance, créatrice de richesses et d'emploi dans tout le pays.

La pérennité des activités agricoles du pays est par ailleurs remise en question avec les changements climatiques. Les prévisions du GIEC annoncent des augmentations de températures, une baisse des pluviosités et des événements pluvieux imprévisibles qui pourraient causer des crues fréquentes. Ces éléments représentent un risque pour la production agricole du pays, majoritairement dépendante de la pluie, et pourraient accentuer la dépendance alimentaire du pays de l'étranger.

Le secteur de l'agriculteur a été scindé en cinq sous-secteurs : la céréaliculture, l'élevage, l'arboriculture, les cultures maraîchères et les forêts.

4.2.1 La céréaliculture, un moteur du défrichement des espaces naturels

Les céréales occupent 36 % de la surface agricole utile (SAU) du pays (MARH, 2020), après l'arboriculture fruitière et l'oléiculture.

La culture du blé et de l'orge sont majoritaires dans le pays et s'étendent du nord jusqu'à l'extrême-sud, où la faible pluviométrie limite le rendement. Dans cette région, les zones défrichées ne sont ensemencées qu'une fois tous les cinq ans et alternent avec des périodes de pâturage.

Les défrichements, la monoculture, l'usages de variétés exotiques et de pesticides, le travail du sol intensif, impacte la faune (avifaune, insectes pollinisateurs, pédofaune, etc.) et la flore (dégradation du cortège des messicoles, perte des variétés locales, etc.).

Aux impacts sur la biodiversité de ces pratiques intensives se cumulent les effets des processus érosifs, du développement d'espèces envahissantes le plus souvent spinéscentes (en particulier des *Asteraceae*) et sans intérêt pastoral, et de la pollution du sol, des nappes, et des aquifères de surface (lacs, barrages, zones humides, etc.).

4.2.2 Un élevage particulièrement impactant sur la diversité floristique.

L'élevage, une menace pour la biodiversité

Dans 306 des 825 écorégions terrestres identifiées par le Fonds mondial pour la nature (WWF), les animaux d'élevage sont identifiés comme "une menace", tandis que 23 des 35 points chauds (hot spots) du monde pour la biodiversité sont caractérisés par de graves niveaux de perte d'habitats sous l'effet de l'élevage

L'élevage représente 35-40% du PIB agricole de la Tunisie, soit 4-5% du PIB global. C'est le second sous-secteur le plus important après celui de la pêche. Le cheptel est caractérisé par une prépondérance de bovins au nord et une majorité de caprins au sud, tandis que l'on trouve surtout des ovins dans la région Centre. L'effectif total du cheptel national est d'environ 600 000 têtes de bovins, 7 millions de têtes d'ovins et 1,2 million de têtes de caprins et 70 000 têtes de camelins. En Tunisie, l'élevage se pratique principalement sur des zones semi-arides et arides, caractérisées par une faible résilience et un risque de surpâturage lié à une inadéquation entre la charge de pâturage (nombre d'animaux/ha) et la sensibilité des milieux exploités La pression exercée entraînent une irrégularité de la phytomasse et une fragmentation des habitats, parfois une disparition des espèces herbacées et un accroissement du sol dénué de végétation (conduisant à des phénomènes de désertification ou d'érosion) et au final un appauvrissement de la biodiversité animal (en particulier insectes, papillons, mais également avifaune).

Outres les impacts environnementaux dus au surpâturage et aux pollutions par l'azote, le le phosphore et les émissions de gaz à effet de serre (la FAO a estimé que l'élevage est responsable de 18 % des émissions, soit plus que les transports) sont un autre enjeu est celui de la conservation des races locales, véritable patrimoine génétique national et composante importante de la biodiversité. Les races locales sont en effet progressivement remplacées par des races importées telle que la pie noire, dont l'accouplement avec les races locales produit des individus peu adaptés au climat du pays. En parallèle, l'élevage caprin a fait l'objet d'actions de croisement et d'hybridation qui ont abouti à une acclimatation de la race Damasquine.

Au nord du pays, le pâturage est effectué dans les prairies et parcours de forêt. Les graminées sont les principales cibles du surpâturage. La chute du cortège d'espèces graminéennes s'observe dans toute la Tunisie. Concernant les ovins, des mesures gouvernementales ont permis de stabiliser les effectifs, mais la la baisse des surfaces réservées au pâturage s'est traduit par une surcharge des parcours (9 millions d'hectares dans les années 70 contre 4,5 aujourd'hui). Ces parcours se scindent en 9 % de forêts, 7,5 % de parcours forestiers, 10,8 % de parcours alfatiers et 66 % de parcours ordinaires.

Les conséquences du surpâturage observées entre les différentes régions du pays sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 11 - Conséquences diverses d surpâturage sur les écosystèmes (Source : MARHP, 2010)

Superficie menacée	Région	Causes de désertification	Phénomènes de désertification	Processus de dégradation des terres	Conséquence de la désertification	Quantification de la dégradation
4,5 M ha de terres de parcours	Nord	Exploitation inappropriée	Dégradation qualité des parcours	Raréfaction espèces appétées	Réduction surface des parcours	Surface à flore dégradée
	Centre	Surpâturage Taille cheptel Sécheresse	Déficit de régénération des plantes	Diminution production/ha	Déstabilisation	Surface surexploitée
	Sud	Défrichement et technique culturale	Déstabilisation du sol	Fragilisation	Exposition érosion	Nb. ha céréales/an

Dans la Tunisie méridionale, plusieurs espèces de Poaceae pérennes, (*Cenchrus ciliaris, Digitaria nodosa, Stipa lagascae, Stipa parviflora, Sporobolus marginatus, Tricholaena teneriffae, Stipagrostis ciliata, Stipagrostis obtusa, Stipagrostis plumosa, Dactylis glomerata*), se sont raréfiées sur toutes les steppes et leur observation est presque occasionnelle.

D'autres espèces comme celles de la famille des *Fabaceae* (*Argyrolobium uniflorum, Lotus corniculatus, Anthyllis henoniana, Spartidium saharae*, etc) sont également fortement impactés par cette activité.

Selon la FAO, environ 70 % de tous les parcours des zones arides sont considérés comme dégradés,

Surtout à cause du surpâturage, de la compaction des sols et de l'érosion imputables aux activités de l'élevage.

Ceci est le cas dans les pâturages arides et semi-arides de Tunisie.

Figure 16 - Ampleur de la dégradation de la végétation, sous l'effet du surpâturage, sur les regs caillouteux des nappes d'Alfa (Stipa tenacissima) et développement de Hamada scoparia, espèce de dégradation, non appétée et toxique pour le bétail

L'élevage constitue une composante fondamentale de l'agriculture tunisienne. Ceci apparaît au travers de sa contribution au PIB et à l'emploi en Tunisie. Néanmoins, l'élevage contribue aussi à la perte de la diversité biologique. Ses conséquences peuvent être soit directes, comme la perturbation des écosystèmes et des habitats, ainsi que la raréfaction, voire l'extinction, des espèces ; soit également indirectes, comme le dégagement des GES, responsables des changements climatiques. En outre, sa contribution à l'érosion du sol et à la désertification, notamment au centre et au sud du pays, est considérable.

4.2.3 La production arboricole

La production arboricole en quelques chiffres

. Environ 45% des exportations agricoles du pays (huile d'olive, dattes, agrumes et dans une moindre mesure grenades, pommes, pêches, poires, etc.)

. Plus de 20% des emplois du secteur agricole est concentré dans le secteur oléicole

. 49% de la SAU soit 2,2 millions d'hectares dont 80 000 ha irrigués

. 84% sont consacrés à l'olivier et à l'amandier au centre et au sud du pays

. Le tiers de la SAU du pays (1 700 000 ha) est couverte par l'oléiculture

. 360 000 hectares (MARH, 2020) d'arboriculture fruitière dont plus du tiers en agrumes (20 000 hectares)

. 40 000 hectares de palmiers dattiers en cultures oasiennes.

. La superficie équipée pour l'irrigation est passée de 394 000 ha à 459 570 ha de 2001 à 2011, (ONAGRI, 2011), soit une augmentation moyenne annuelle de 1,4 %.

. Avec 9 % des superficies cultivées, le secteur irrigué participe à hauteur de 35 % de la valeur totale de la production agricole. Il contribue à 25 % de la valeur des exportations agricoles et à 20 % des emplois agricoles (INAT, 2013).

Le développement des surfaces en arboriculture et l'intensification des pratiques ont conduit à :

. Un accroissement des quantités d'intrants chimiques (insecticides, phytocides, etc.),

L'introduction de variétés étrangères accompagné d'une dispersion de maladies jusqu'alors inconnues en Tunisie comme le feu bactérien du poirier.

. L'accroissement des surfaces irriguées

Le cas de la culture de l'olivier

Traditionnellement les producteurs d'huile d'olive privilégient la variété locale Chetoui au nord tandis que la Chemlali est majoritaire au centre et au sud. Les variétés étrangères dont les surfaces augmentent, se caractérisent par une densité de plantation supérieure et pouvant atteindre plus de 2000 individus/ha. L'irrigation localisée qui y est pratiquée avec des eaux chargées en sel provoque une salinisation des sols et progressivement leur stérilisation et leur abandon, l'olivier tolérant mal la salinité.

Les pratiques de l'arboriculture fruitière ont des effets importants sur la biodiversité locale :

- Le travail du sol permanent dans les oliveraies conduit à la suppression des adventices, des messicoles et de leur faune associée. Dans un climat aride, cette méthode est peu adaptée car cette couverture végétale limite la sécheresse des sols et apportent de la matière organique contribuant à leur fertilité. Les pratiques de l'agroécologie comme le maintien de bandes enherbées représente une pratique alternative adaptée au bioclimat aride de Tunisie.
- La progression de l'arboriculture fruitière, provoque le défrichement d'habitats naturels, comme les nappes alfatières dont la superficie s'est restreinte au profit de ces cultures malgré des sols inadaptés à ces productions. Le même phénomène se produit dans le nord du pays avec un défrichement des formations forestières qui représente là encore une grande perte de la biodiversité faunistique comme floristique. Par ailleurs les pratiques intensives évoquées pour la culture de l'olivier (pesticides, irrigations, espèces introduites, etc.) ont les mêmes effets dans les cultures fruitières.

4.2.4 Un moteur commun à l'érosion de la biodiversité dans la filière agricole : les pesticides

L'utilisation des pesticides se caractérise par une contamination du milieu due aux interactions entre les compartiments environnementaux (sol, eau et biodiversité). La pollution des habitats provoque un déséquilibre écologique dû à l'usage de molécules toxiques. En Tunisie, durant les dernières décennies, ces produits ont connu une ampleur d'usage avec par exemple 6 500 tonnes utilisées pour l'année 2012. Le ministère de l'agriculture, par l'intermédiaire de la SONAPROV (Société nationale de protection des végétaux), a déjà mis en place des actions de traitement de grande envergure contre des ravageurs comme les parasites de l'olivier (campagne anti-psylle). Malgré un cadre juridique visant à organiser l'importation et l'utilisation des pesticides, celui-ci est confronté à la complexité liée à leur usage et ne peut empêcher la croissance de leurs importations en grandes quantités.

Les cultures céréalières affichent le plus fort taux de pesticide par culture avec 34%, tandis que les fongicides sont la famille chimique la plus utilisée (37%) devant les insecticides (32%) et les herbicides (25%). En particulier, la culture céréalière étant majoritairement pratiquée au nord du pays, région constituant le principal réservoir de biodiversité en Tunisie, la pollution engendrée touche tous les taxons de la faune et la flore.

Le groupe taxonomique le plus touché par les pesticides est celui des insectes, notamment les butineurs comme les diptères, lépidoptères, hyménoptères, coléoptères et insectes coprophages. A long terme, les pesticides peuvent modifier les biotopes naturels, la composition des associations floristiques et ainsi dégrader voire détruire les habitats de la faune. Pour les pollinisateurs comme l'abeille domestique (*Apis millifera*), de nombreuses observations montrent l'impact des traitements phytosanitaires avec une réduction de la longévité et une mortalité importante : par exemple, des insecticides systémiques comme les néocotinoïdes affectent directement le système nerveux central des insectes.

Pour les mammifères et les oiseaux, plusieurs insecticides comme les organophosphorés et les carbamates ont été identifiés comme source d'empoisonnement mortel. L'intoxication peut également être sublétale : des études ont montré l'effet négatif des insecticides sur la reproduction du Bruant cendré, une espèce menacée. La taille de couvain et le poids des oisillons sont également réduits en cas d'intoxication. La rémanence de ces produits peut provoquer une bioaccumulation dans les organismes vivants comme les gros mammifères. Des études ont par ailleurs montré la

dangerosité de ces produits sur les organismes du sol comme les bactéries, nématodes et vers de terre : il en résulte une stérilisation du sol due à une chute de sa biodiversité et un impact moindre des auxiliaires de culture sur les ravageurs. L'impact sur les organismes du sol peut être indirecte, avec par exemple des produits antiparasitaires administrés aux animaux d'élevage qui sont ensuite transmis au sol via leur fécès, qui affectent par la suite les insectes coprophages et limite leur capacité à fertiliser le sol.

En plus de leur impact direct et indirect sur l'homme, les pesticides affectent la biodiversité à tous les niveaux trophiques. Les mammifères, les oiseaux, les insectes et la pédofaune sont les maillons les plus touchés par ces produits très dangereux. Leurs impacts peuvent parfois toucher une catégorie d'espèces animales de façon directe et indirecte. Il s'agit de l'un des secteurs les plus impactants de la biodiversité en particulier et de l'environnement en général.

4.2.5 L'exploitation forestières

La couverture végétale naturelle est estimée en Tunisie à 5,2 millions d'hectares, dont 679 099 ha de forêt proprement dite (DGF in ONAGRI, 2016). L'ensemble de cet espace végétal représente environ 30 % de la superficie totale du pays. Les écosystèmes forestiers se divisent en forêts naturelles (principalement forêts de feuillus Chêne liège, Chêne zen mais également Pin maritime et maquis-garrigues) , localisées sur la Dorsale ou artificielles situées dans d'autres régions du nord avec 437 000 ha de forêts résineuses (plus de 50 % de la superficie forestière) également dans les régions centre et sud ainsi qu'en terrains dégradés maintenus dans le domaine forestier par vocation. Les trois quarts de ces écosystèmes sont situés en Tunisie septentrionale. La zone ouest du pays (nord-ouest et centre-ouest) renferme environ 70% des forêts, dont les 2/3 sont des forêts de feuillus. Le sud possède quant à lui moins de 2% des superficies., ainsi que les forêts artificielles. Ces dernières consistent en des zones de reboisement de protection ou de production. Le pin d'Alep représente plus de la moitié des surfaces de formations forestières. . Les écosystèmes forestiers intègrent 27 aires protégées, tandis que les nappes alfatières sont concernées par trois aires protégées. D'une manière générale, l'intégrité des aires protégées tunisiennes n'est pas fortement menacée. Cependant, celles-ci font face à des difficultés de gestion similaires à celles de l'ensemble du secteur forestier et pastoral tunisien : manque de moyens humains, financiers et matériels, faible implication des populations locales et faiblesse du cadre juridique et des dispositifs à disposition.

La fragilité des écosystèmes sylvopastoraux, la variabilité interannuelle des précipitations et la présence d'une population rurale importante en milieu forestier constituent des facteurs essentiels des impacts sur les écosystèmes forestiers. Près d'un million d'habitants sur un total de 11 millions vivent directement ou indirectement des forêts, dont ils tirent une part non négligeable de leurs revenus. Les délits au niveau des écosystèmes forestiers touchent la biodiversité entière, et plus précisément la faune et la flore.

Le défrichement de ces surfaces est réalisé au profit de l'agriculture, l'urbanisation et les infrastructures linéaires (routes, pistes) ainsi que les incendies mettent en péril la faune et la flore. À ce rythme de défrichement, d'ici quelques décennies, les nappes alfatières seront éteintes de la Tunisie, d'autant plus qu'elles sont hautement menacées par les futurs changements climatiques (Ben Mariem & Chaieb, 2018). Cette opération est le plus souvent irréversible pour les formations végétales. À l'avènement de la révolution de 2011, plusieurs opérations de défrichement dans la forêt de Gommier de Bled Talah ont entrainé l'abattage de centaines d'individus, notamment dans les propriétés privées.

En parallèle, les incendies demeurent de loin la première menace du fait de leur capacité à ravager rapidement de grandes superficies forestières. Ainsi, durant la période 1985-2000, plus d'une centaine d'incendies se sont déclarés chaque année, ravageant en moyenne 1 500 hectares de forêts (Frigui, 2010).

Un accroissement dramatique des surfaces de forêts brulées en 2021

Les surfaces de forêts brûlées en Tunisie à cause de 274 incendies depuis le début de l'année en cours ont atteint 23 280 hectares (dont 14.122,7 ha de forêts et de maquis dans les zones militaires fermées), soit une augmentation de 322 % par rapport à l'année 2020, selon l'Observatoire National de l'Agriculture (ONAGRI). Les surfaces brûlées ont augmenté de 322 % pour la période allant du 1er janvier au 20 août, par rapport à 2020, malgré la baisse du nombre des incendies de 25%. Les surfaces brûlées représentent 2,04 % de la superficie totale des forêts.

Les mauvaises pratiques rurales sont une source de réduction des surfaces forestières.

Les forêts et les parcours tunisiens sont, principalement exposés aux dégradations causées par le surpâturage extensif d'ovins et caprins, auxquelles s'ajoutent toutes les autres actions de dégradation exercées par les populations riveraines, en particulier au cours des années de sécheresse ou lorsque les hivers sont très rigoureux. Les espaces pastoraux se sont rétrécis et ne contribuent aujourd'hui que très peu aux besoins des cheptels du fait de leur faible qualité alimentaire. Les bonnes espèces pastorales ont disparu au profit d'espèces dites de dégradation : *Asphodelus macrocarpus, Drimia maritima, Lycium shawii…* De plus, les phénomènes d'ensablement et de désertification se sont accentués et sont devenus une menace sérieuse pour les attributs vitaux des écosystèmes, et ce indépendamment du type de bioclimat, puisque ce phénomène est aujourd'hui visible en Tunisie, depuis le nord jusqu'à l'extrême sud du pays.

Les forêts tunisiennes sont sujettes à des délits, représentés par des actions de coupes qui se sont accentuées après la révolution de 2011. Toutes ces coupes illicites subies par les formations forestières, qu'elles soient naturelles ou artificielles, se répercutent sur la perte de la biodiversité, en raison de la disparition des espèces de la faune, et aussi de celle des espèces végétales. Des espèces sont ciblées pour la fabrication d'objets d'art : l'Aulne, le myrte, ou encore les gros pieds d'arbousier. D'autres opérations sylvicoles, notamment celles relatives à l'extraction du liège, sont effectuées par du personnel non qualifié, ce qui provoquent des blessures sur les arbres démasclés qui sont des portes d'ouverture pour les agents pathogènes, provoquant à terme la mort de ces arbres. Le démasclage se fait parfois en dehors de la période réglementaire, empêchant la couche de liège de se régénérer et pouvant là encore provoquer le dépérissement ou la mort de l'arbre. Un problème de formation se pose donc dans ce domaine.

Par ailleurs, l'exploitation excessive de certaines plantes pharmaceutiques et aromatiques comme le Romarin (*Rosmarinus officinalis*) ou le Myrte (*Myrtus communis*) risque de conduire à la raréfaction de certaines ressources, voire à l'extinction de certaines espèces. Le secteur des plantes médicinales est en constante évolution en termes de surface et d'emploi apporté. En particulier, la production des sous-produits des PAMs biologiques a connu une nette tendance à la hausse au cours des dernières années, passant de 1200 tonnes en 2009 à 20 000 tonnes en 2011..

Si la chasse est fortement réglementée par le Code forestier en Tunisie, des opérations non-réglementaires et des délits de braconnage sont commis chaque année. Ces délits sont plus nombreux dans la partie sud du pays, où le contrôle est difficile en raison des vastes étendues de zones de chasse et de braconnage. Les espèces sahariennes (Gazelles leptocères, Gazelles dorcas, Outarde houbara) sont les plus ciblées par le braconnage.

L'impact du secteur agricole, responsable selon le PNUE de 60% de la perte de biodiversité terrestre et de 33% de la dégradation des sols, se manifeste par plusieurs phénomènes : fragmentation et destruction des habitats, collecte des espèces, pollution du milieu, prolifération des espèces invasives et changements climatiques. L'agriculture est donc le premier secteur économique responsable de l'érosion de la biodiversité en Tunisie. Son effet s'observe aussi bien au niveau des espèces spontanées et sauvages qu'au niveau des espèces domestiquées. Ces conséquences s'observent depuis la perte et l'extinction d'une ou plusieurs espèces jusqu'à des processus physiques et chimiques irréversibles comme l'érosion et la salinisation du sol. L'absence de prise en compte de l'environnement dans les pratiques agricoles a des répercussions sur les ressources naturelles (pollution de l'eau, dégradation des sols, banalisation des paysages) et donc des conséquences sur la biodiversité.

4.3 Le secteur de l'industrie

4.3.1 Un secteur essentiel pour l'économie tunisienne mais fortement lié aux ressources naturelles.

La part de l'industrie dans le PIB est estimée à 30 %, incluant l'industrie non manufacturière, c'est-à-dire les mines, les carrières, l'énergie et l'eau. L'industrie manufacturière (en particulier textile suivie de l'agro-alimentaire) représente à elle seule 16 % du PIB et 80% des exportations totales du pays, ce qui lui confère un poids important dans l'économie

nationale. L'importance des sous-secteurs de l'industrie en matière d'emploi est variable. Néanmoins, l'industrie textile demeure la première activité industrielle, générant des postes d'emploi, suivie par le sous-secteur de l'industrie agro-alimentaire et celui des industries chimiques en 3e position.

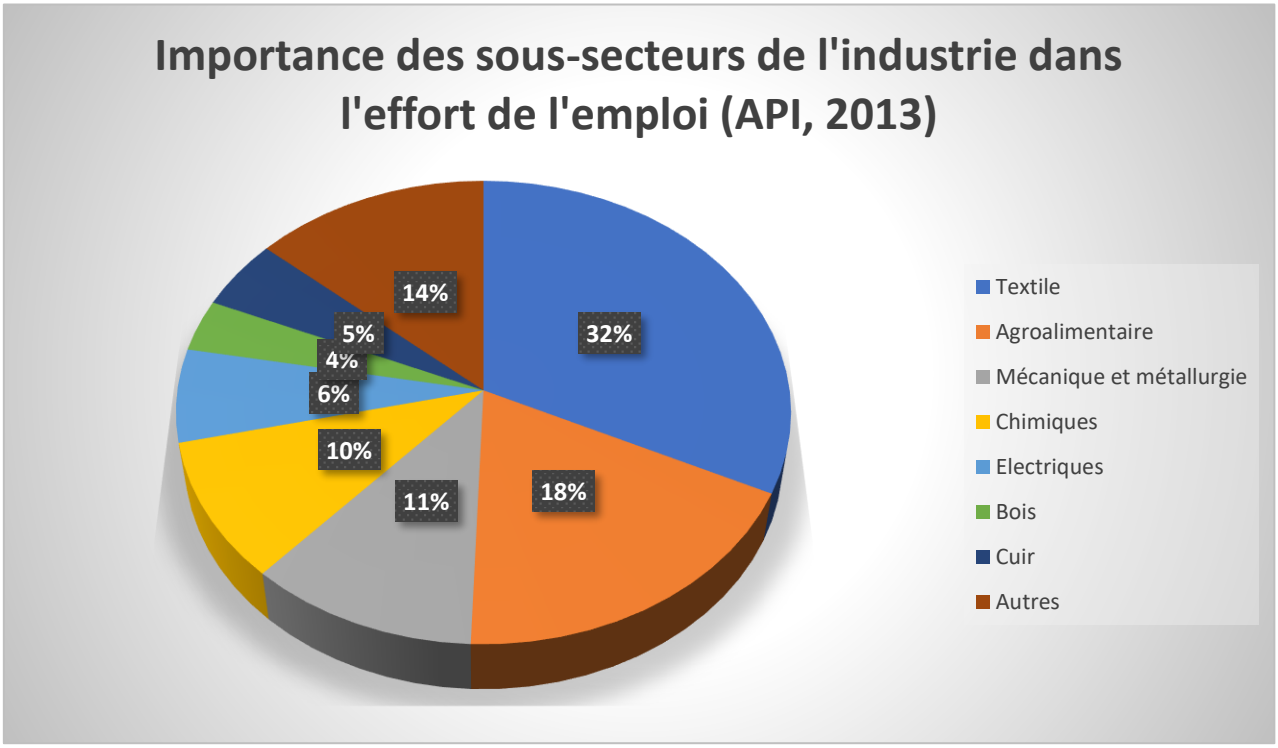

Figure 17 - Place occupée par chaque sous-secteur dans l'emploi (API, 2013)

Elle est fortement concentrée sur le littoral (84 % des entreprises et 87 % des emplois) ce qui a engendré une forte dégradation de la zone côtière tunisienne (effluents, déchets, artificialisation et imperméabilisation des sols, urbanisations, trafic routier, etc.). .Les points de concentration sont surtout le Golfe de Gabès, la ligne côtière de Sfax, le Lac de Bizerte et aussi l'ile de Djerba..

Selon Sayadi (2014), les rejets de 75 % d'entreprises considérées polluantes par l'ONAS contenaient des charges polluantes supérieures aux normes (UE, 2006 a).

4.3.2 L'industrie extractive

4.3.2.1.1 L'impact majeur de l'exploitation des carrières

Les carrières de pierre mais également d'argile, gypse, sable et les industries de transformation de ces ressources naturelles (cimenteries, industries de matériaux de construction, céramique et verre, etc.), représentent un secteur socio-économique majeur (20 000 emplois) s. Le développement du secteur immobilier et des travaux publics a apporté une forte croissance à ce secteur. Selon le ministère de l'Equipement, le nombre de carrières exploitées est supérieur à 600, allant de l'exploitation industrielle avec une capacité de production de pierres supérieure à 70 000 t/an, jusqu'à l'exploitation artisanale avec des capacités limitées. . Les ciments sont les principaux produits exportés avec 28% en 2012.

Selon Achour (2007), en Tunisie, plus de la moitié des carrières industrielles sont en exploitation dans la région du nord du pays, soit environ 51 % de la capacité de production du pays. Le district de Tunis possède, à lui seul, un minimum de 37 carrières industrielles de pierre et 6 de sable roulé. De plus, le décryptage des données montre que la région du nord ravitaille la région du centre en produits de carrières (principalement des granulats pour la construction). Dans la zone centrale de la Tunisie sont implantés environ 25 % des carrières industrielles du pays, avec une production de 19 %. Enfin, pour le sud, le nombre de carrières industrielles est très limité (7 %), et la production correspondante est faible (9 %)..

Le croisement de la cartographie des carrières (ONM 2020) et des données STAR sur la biodiversité globale montre clairement la superposition entre cette activité et les territoires à forte biodiversité.

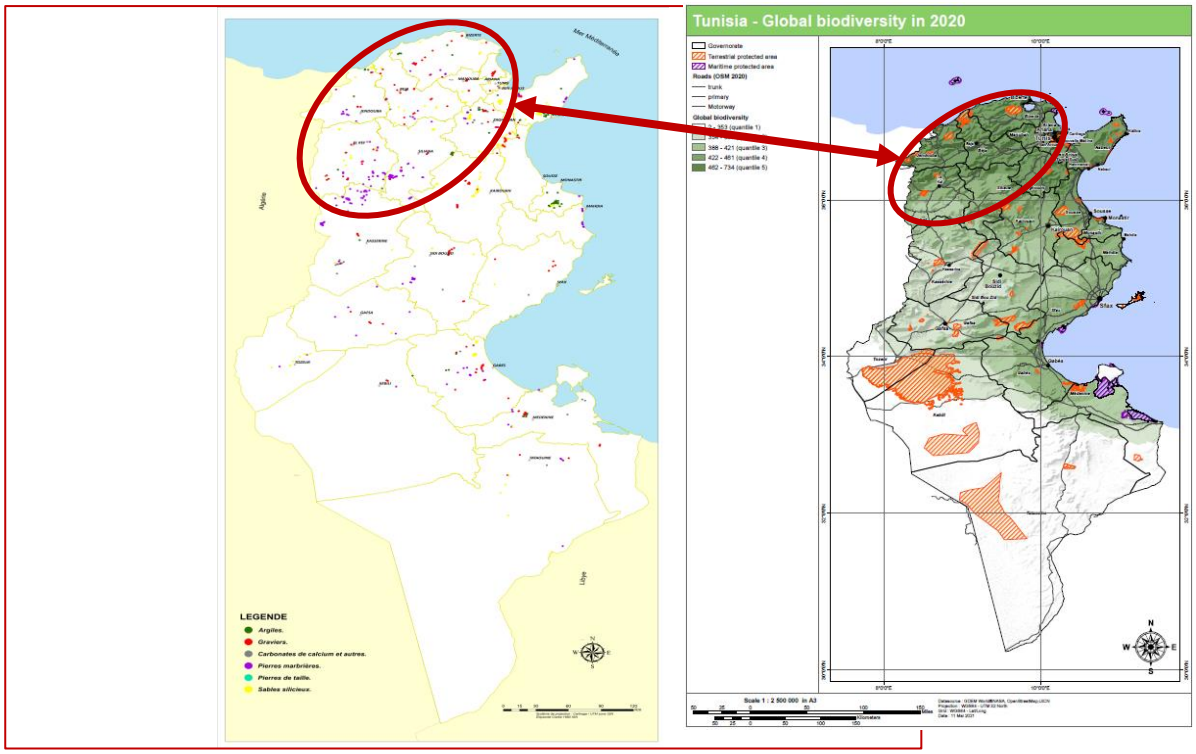

Figure 18 - Répartition des points de carrières en Tunisie (ONM, 2020) et carte STAR-Biodiversité globale 2020 (IUCN, 2020).

La carte de droite : cercle rouge indique la zone de forte concentration de carrières, la carte de gauche montre le gradient de richesse en biodiversité, les secteurs vert foncé étant les plus riches.

L'industrie extractive se caractérise par des méthodes d'extraction dont l'impact sur l'environnement est important à très important et souvent irréversible.

La prolifération des carrières en Tunisie a été à l'origine d'une dégradation du paysage, d'importantes modification des équilibres naturels des différents sites exploités et d'une pollution du milieu environnant. L'impact varie selon les modes d'exploitation, uniquement mécanique ou avec l'usage d'explosifs dont les effets sont souvent très significatifs (vibrations, glissement des sols, etc.). L'abattage des matériaux lors des tirs miniers, des phases d'extraction et de transport sur les sites engendrent des fortes densités de poussières qui se déposent sur la végétation environnante provoquant au minimum des ralentissements de croissance et plus généralement des nécroses sur les feuilles provoquant dépérissement et mort de la flore. En dépit des lois et de la règlementation sur les études d'impacts, certaines carrières finissent par dégrader de zones montagneuses parfois proches d'aires protégées, provoquant ainsi une altération de la qualité des habitats environnant, un déplacement de la faune et ainsi un appauvrissement de la biodiversité locale.Les impacts sur l'eau sont également importants. Les nappes phréatiques peuvent être polluées par des écoulements des eaux pluviales de lessivage des zones d'extraction et de traitement des matériaux. Les poussières accumulées au niveau des retenues d'eau sédimentent au fond de ces retenues, réduisant leur capacité de rétention. Après abandon, les carrières sont rarement réhabilitées et sont souvent remplacées par des élevages qui représentent là encore une source de pollutions importante. Ces sites peuvent également se transformer en zones de stagnation d'eau et permettre le développement de foyers de moustiques (en particulier du genre *Aedes*, véritables agents contagieux pour l'homme et les animaux domestiques).

Ces constats soulignent outre une absence de sensibilité de cette filière vis-à-vis de l'environnement, l'insuffisance des études d'impact et de la mise en œuvre de mesures compensatoires.

L'émission de bruits concerne en particulier les carrières de granulats à cause des engins lourds pour l'extraction, des tirs d'explosifs et des opérations de chargement et de transport, Les émissions sonores et les vibrations occasionnés pouvant affecter la faune, notamment en période de reproduction.

Le croisement des données de localisation des carrières avec les aires protégées et les principaux couloirs migratoires pour l'avifaune, montre des effets potentiels lors des périodes de reproduction et de repos des espèces migratrices. A cela, la trame des carrières participe à la fragmentation du paysage des connectivités entre les habitats.

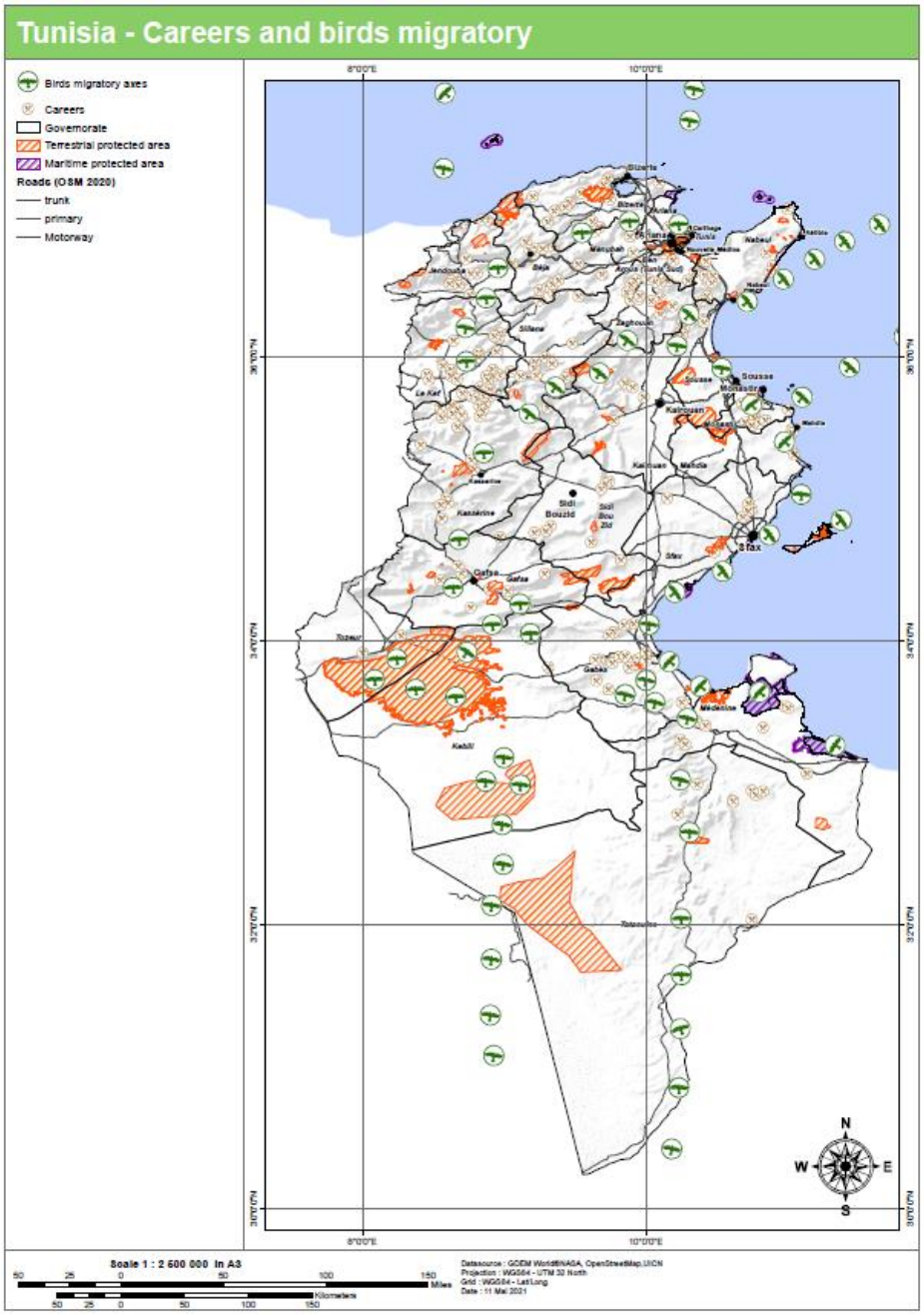

Figure 19 - Superposition des zones des carrières, des aires protégées et des couloirs migratoires des oiseaux en Tunisie (source : Oréade-Brèche, 2021)

Tableau 12 – Caractéristiques et principaux effets des principaux sous-secteurs des industries extractives

Sous-Secteurs	Caractéristiques	Principaux effets
Briqueteries/argile	150 unités de production de briques, pour une production annuelle de 9 millions de tonnes	Dégradation du paysage Nuisance sonores

Sous-Secteurs	Caractéristiques	Principaux effets
Calcaire	. 9 cimenteries (huit pour le ciment gris et une pour le ciment blanc). . Région d'Enfidha jusqu'à l'extrême nord du pays, à l'exception de la cimenterie de Gabès. . Production annuelle estimée à 16,74 millions de tonnes (2013) . 1 tonne de ciment = 1,5 et 2 tonnes de matière première	Dégradation sur les paysages par l'étendu des sites, Pollution sonore, Production importante de poussières
Gypse	Quatrièmes réserves mondiales pour la Production de plâtres, etc.	Des habitats à végétation gypsophile dégradées dont certaines espèces de grand intérêt écologique comme *Anarrhinum brevifolium*, une espèce endémique et très rare en Tunisie. ou l'*Outarde houbara*, espèce protégée,
Phophates	3 bassins montagneux situés au nord, centre et sud du pays qui concentrent une diversité d'habitats et d'espèces importantes. et qui représentent l'un des ensembles phosphatés les plus importants au monde. 450 millions de tonnes de minerais ont été extraites du sous-sol tunisien. 70% de la production minière. Secteur en fort ralentissement ces dernières années	. Des poussières riches en particules fines qui affectent la faune et flore . Des ressources hydriques impactées par l'emploie de 580 litres/s en moyenne pour le lavage et le traitement des phosphates. . Lavage d'1 t de phosphate nécessite en moyenne 5 t d'eau dont 1,2 t rejetée sous forme de boues (CPG). Salhi (2017) estime que la quantité de boue rejetée est d'environ 12 millions de m3 chaque année. . Utilisation de nombreux produits chimiques hautement toxiques lors du lavage des phosphates, qui sont ensuite rejetés via les boues à forte teneur en polluants et métaux lourds (Galfati & al., 2011 & 2014 ; Chokri & al, 2006, Ounis, 2002) qui se retrouvent concentrés dans la végétation et les lits des oueds (gorges de Thelja, aire protégée). . Substitution du cortège floristique par des espèces phosphaticoles et phytoaccumulatrice, la Canne de Provence (Arundo donax).

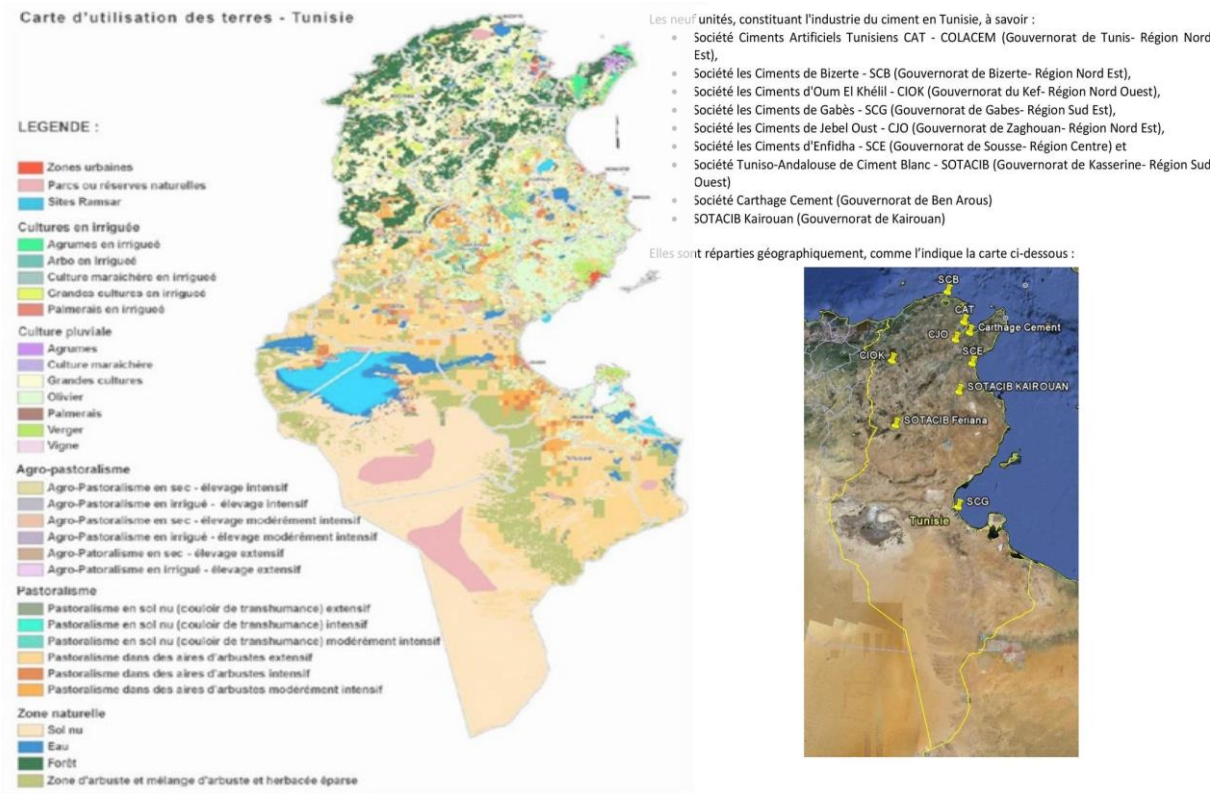

Figure 20 - Localisation géographique des unités de fabrication de ciment en Tunisie, par rapport à la carte d'occupation du sol

En Tunisie, les carrières existent dans tout le pays, avec une plus grande abondance dans la région Nord de la Dorsale, qui est normalement la plus riche en biodiversité. L'exploitation de ces carrières affecte les diverses composantes de la biodiversité. La zone de forte concentration de carrières se superpose avec celle des aires protégées. De même, on remarque que les couloirs migratoires de l'avifaune migratrice transitent globalement par cette zone. Par ailleurs, les procédés d'extraction, notamment l'usage des explosifs sont très nuisibles surtout pour la faune.

Les problématiques de rejet de poussières et de pollution sonore se retrouvent dans les secteurs du ciment et des briqueteries, avec des impacts plus ou moins étendus selon le diamètre des particules relâchées

4.3.3 Les industries textiles

Le secteur du textile et de l'habillement est la première industrie manufacturière en Tunisie en termes de poste d'emplois, avec 160 000 postes. Le faible coût de la main-d'œuvre a entraîné sa promotion dans l'économie tunisienne, au point qu'il participe aujourd'hui à hauteur de 20% du PIB.

Une grande majorité de ces entreprises sont des structures de taille faible à moyenne allant de 100 à moins de 20 employés.

Industrie fortement émettrice de CO2, ce secteur est consommateur d'importantes quantités d'eau, utilisées à chaque étape de fabrication et pour le nettoyage des vêtements et est dépendant principalement de la culture du coton, également forte consommatrice d'eau, d'engrais et de pesticides. En Tunisie, ce secteur pèse lourdement sur le stress hydrique déjà provoqué par la diminution des précipitations de 28% au cours des deux dernières décennies.

Bien entendu, chaque matière textile a une empreinte écologique différente selon sa composition. Ainsi, le nylon et le polyester ont un lourd impact écologique par les produits pétrochimiques et de grandes quantités d'eau utilisés. Concernant la pollution hydrique, l'industrie textile est responsable de 20% de la pollution des eaux mondiales (pesticides utilisés pour les cultures, solvants chlorés et pigments).

Une étude de WWF réalisée en 2017 a conclu que plus de la moitié des entreprises du secteur n'appliquent pas de mesures contre le changement climatique, au moment où ce secteur y contribue significativement. L'emploi de matières recyclées ou produites de façon durable reste par ailleurs marginal. En 2012, Greenpeace a publié un rapport accablant sur ce sujet entraînant l'engagement de 80 marques à utiliser des produits moins polluants et à bannir certaines substances. On peut citer H&M, Zara et Benetton, toutes présentes en Tunisie. Une autre solution consiste à recourir à des vêtements en fibres naturelles végétales biologiques comme le coton biologique, le lin, le chanvre, ainsi que des fibres naturelles animales comme la laine, ou encore les matières recyclées. Des initiatives internationales sont lancées, telles que « Med Test III » qui propose de promouvoir les industries propres au sud de la Méditerranée, tout en renforçant les infrastructures locales, l'expertise technique et le savoir-faire nécessaires pour promouvoir une collecte efficace et un recyclage des déchets textiles.

La production textile consomme énormément de ressources et génère de nombreux déchets. Selon le WWF, la production mondiale de coton consomme, à elle seule, 25 % des insecticides et 10 % des herbicides, utilisés dans le monde ; la pollution atmosphérique qu'elle génère est estimée à 1,7 milliard de tonnes d'équivalent CO2 en 2015.

La demande en eau du secteur renforce un stress hydrique déjà présent en Tunisie, tout en rejetant des produits toxiques (métaux lourds, etc.) la faune et la flore.

Des études et initiatives semblent confirmer l'orientation progressive du textile vers des démarches responsables, comme en témoigne l'engagement de grandes entreprises à utiliser des produits moins polluants suite aux actions de Green Peace.

4.3.4 Les industries du cuir et de la chaussure

Le cuir et la chaussure occupe une place importante au sein de l'économie nationale. Ce secteur emploie près de 40 000 personnes et constitue l'un des piliers du secteur industriel. 71% des produits sont destinés à l'exportation. Comme pour le textile, ce secteur est majoritairement implanté dans les Gouvernorats côtiers, notamment ceux du centre-est. Le traitement du cuir et le rejet des effluents sont donc partiellement rejetés en mer, d'où un impact en particulier sur la biodiversité marine.

La demande en ressource hydrique, si elle est bien plus faible que pour le secteur du textile, pose malgré tout question dans un contexte de pénuries dues au réchauffement climatique et de manque d'accessibilité des populations à l'eau potable. La consommation d'eau en tannerie varie mais se situe entre 25 et 80 m^3 par tonne de peaux. Le déversement d'eaux usées dans les rivières proches entraîne la dégradation des propriétés physico-chimiques et biologiques des cours d'eau récepteurs, notamment les fleuves destinés à l'alimentation en eau potable. On y retrouve des matières solides en suspension, des matières organiques qui épuisent l'oxygène aquatique et affaiblissent la biodiversité, ainsi que des produits chimiques et résidus toxiques qui peuvent contaminer les eaux souterraines.

Des pollutions durables peuvent être causés sur les sols au niveau des zones de stockage de produits chimiques. L'activité du tannage rejette des gaz tels que le sulfure d'hydrogène, l'ammoniac et le dioxyde de soufre, ainsi que des Composés Organiques Volatils (COV). Les sources d'énergie utilisées produisent des contaminants atmosphériques (dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, etc.)

Une gestion efficace des procédés de traitement et des sous-produits doit permettre de réduire les impacts de l'industrie du cuir et de la chaussure, parmi lesquels on note la contamination des eaux et du sols par des produits toxiques ainsi que la dispersion de gaz à effet de serre.

4.3.5 L'industrie agroalimentaire

Le secteur agroalimentaire regroupe toutes les activités industrielles de production de denrées alimentaires, provenant de l'agriculture et de la pêche. Ce secteur occupe une place stratégique dans l'économie nationale, et fait l'objet d'une

importante mutation par l'emploi de procédés modernes et efficients, appuyés par une politique de modernisation. Les entreprises sont réparties sur tout le territoire national, avec surtout une concentration au niveau du littoral. La branche des huiles et corps gras en représente la majorité avec 320 entreprises, suivie par la branche des céréales et dérivés avec 230 entreprises.

Au même titre que les autres types d'industries, l'industrie agro-alimentaire (IAA) a un impact indéniable sur la biodiversité. Selon Sayadi (2014), il s'agit de la filière la plus polluante pour tous les pays, parmi toutes les filières industrielles. Les divers polluants qu'elle émet, les émissions de CO2 qu'elle induit, la fragmentation et la destruction des espaces qu'elle occupe, les déchets divers qu'elle génère, les espèces, sous-espèces et cultivars qu'elle emploie, sont autant des facteurs de perturbation de l'environnement, très hautement nuisibles à la biodiversité. Les impacts des différentes étapes de transformation concernent d'abord l'eau, la production de déchets la pollution des sols, puis l'effet sur la biodiversité. D'autres activités, comme le transport et la réfrigération des aliments, représentent des sources de nuisances pour la biodiversité. Le secteur génère d'importantes quantités de déchets organiques, pouvant excéder 3 millions de tonnes, y compris le fumier.

Selon l'étude européenne EIPRO (DG JCR, 2006), 20 à 30% des différents impacts environnementaux liés à la consommation dans l'UE sont dus à l'alimentation et aux boissons. La consommation alimentaire est également responsable de 60% des phénomènes d'eutrophisation rencontrés. Globalement, les industries agroalimentaires sont responsables de 60% de la perte de biodiversité terrestre mondiale, 24% des émissions de GES, 33% des sols dégradés et l'épuisement de 61% des populations commerciales de poissons.

Les margines issues du secteur de l'huile d'olive, un enjeu de pollution environnemental et d'impact sur la biodiversité

Dans le secteur de l'huile d'olive, la margine représente une pollution majeure de l'environnement, avec 700 000 tonnes extraites à partir d'un réseau de 1 545 huileries. Son caractère polluant provient de sa grande acidité (pH de 5,5) et de sa teneur en polyphénols. Les rejets riches en margine sont riches en matière organique et polluants, pouvant contaminer les eaux et le sol et provoquer des maladies chez l'homme. Ces rejets détruisent les micro-bactéries du sol, le rendant à terme stérile, tout en intoxiquant les micromammifères et les graines au sol. En outre, il est communément admis que les margines sont riches en O-phosphore, un élément polluant hautement dangereux qui affecte les eaux de surface et souterraines et accélère la croissance des algues, augmentant la probabilité d'une eutrophisation et d'un déséquilibre écologique dans les eaux naturelles. Malgré une interdiction explicite de déverser des graisses et huiles végétales dans la nature et les cours d'eau, ceux-ci persistent.

Figure 21 -Spectaculaire rejet des margines à l'intérieur d'un champ d'oliviers
(Photo M. Mejbri, FTDES, 2020, Kairouan)

Les différentes étapes de transformation de l'industrie agroalimentaire, sont responsables d'impacts variés concernant :

** Le sol : stérilisation due aux rejets de polluants dont la margine ;*

** L'eau : apport de matière organiques et de substances induisant une eutrophisation et donc une perte importante de la biodiversité aquatique ;*

** L'atmosphère, avec des rejets importants de gaz à effet de serre mais également de polluants atmosphériques comme les Composés Organiques Volatils.*

Malgré le fait que ces impacts soient scientifiquement démontrés, des solutions peine à s'imposer afin de réduire les nombreuses pollutions liées à l'industrie agroalimentaire.

4.3.6 Les industries chimiques

En Tunisie, le secteur des industries chimiques englobe une variété de filières allant de la chimie de base à la production de matières plastiques, caoutchouc synthétique, peintures, gaz industriels, etc. Les autres activités relèvent de la chimie fine : pharmaceutique, cosmétique, produits d'entretien… inclut également la production d'engrais qui occupe une place importante dans le pays grâce à la présence d'une industrie locale de production d'acide phosphorique et d'engrais minéraux. Les industries chimiques fournissent un emploi à 53 349 personnes en Tunisie.

En revanche, au niveau environnemental, il y a une omission totale de stratégie de protection de l'environnement. Les contaminations engendrées par le secteur affectent tous les écosystèmes, qu'ils soient terrestres ou aquatiques. La pollution émanant de ce secteur est souvent de grande portée, pouvant atteindre de vastes étendues géographiques et ainsi affecter les habitats et les espèces qui sont très vulnérables à ce type de dégradation. La branche de la chimie de base est la plus polluante pour l'environnement et la biodiversité. Ainsi, les unités du Groupe Chimique Tunisien de transformation du phosphate sont considérées comme les plus polluantes parmi tous les sous-secteurs de l'industrie.

En considérant la diversité des branches de l'industrie chimique, cette dernière exerce un impact très négatif sur la biodiversité et les habitats, autant en milieu marin qu'en milieu terrestre. Aucune composante environnementale n'y est préservée, d'autant que l'effet de cette pollution est le plus souvent irréversible sur le court terme. En outre, la portée de la pollution atmosphérique et de la pollution marine est souvent grande.

4.4 Impact du secteur tertiaire sur la biodiversité

4.4.1 L'activité du transport

Les infrastructures de transport tunisiennes sont parmi les plus développées d'Afrique. Le réseau totalise 19 750 km de réseau routier, 60 000 km de pistes d'intérêt régional et agricole, 2 000 km de lignes de chemin de fer et 10 ports de commerce. Ce réseau de transport est réparti sur tout le pays, et dans une moindre mesure dans les zones montagneuses du nord-ouest et de la Dorsale tunisienne. Il arpente donc tous les écosystèmes du pays, ce qui a des effets sur la biodiversité en fonction de la densité de circulation du trafic routier (plus importante au nord qu'au sud du pays).Le secteur du transport, activité indispensable à l'économie nationale représente 8,1% du PIB tunisien.

Le développement des infrastructures linéaires de transport fragmente les habitats naturels (Jaeger et al., 2007) et perturbent la connectivité entre les habitats, ce qui peut conduire à leur isolement (voire disparition) ou à la dégradation de la diversité d'espèces présentes. L'ensemble de ces phénomènes s'accompagne souvent d'une altération de leurs fonctionnalité (repos, refuge, chasse, reproduction)

Le long des infrastructures linéaires, outre l'accroissement de la pollution de l'air et la modification de la qualité des eaux par les eaux de ruissellement polluées par les dépôts routiers, il est reconnu une hausse de la mortalité de la faune par collision

D'après une étude du SETRA (2003), les impacts sur la faune (en particulier pour les mammifères) sont fortement liés à l'importance du trafic routier (nombre de véhicules par jour). Ainsi, un trafic de 1 000 véhicules/jour permet le passage de la plupart des espèces animales, tandis que le passage de 10 000 véhicules/jour est imperméable à toutes les espèces.

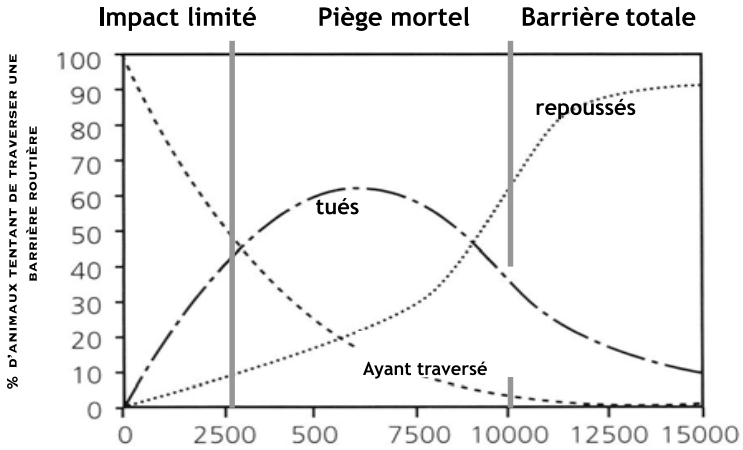

Figure 22 - Impact du trafic routier sur la faune mammalienne (Sétra, 2003)

Les oiseaux représentent le groupe le plus touché, suivis des mammifères et des rptiles (notamment les couleuvres pendant les mois chaud). Plus de 122 640 individus sont tués par an sur les routes nationales tunisiennes (Dhiab, 2019) ,

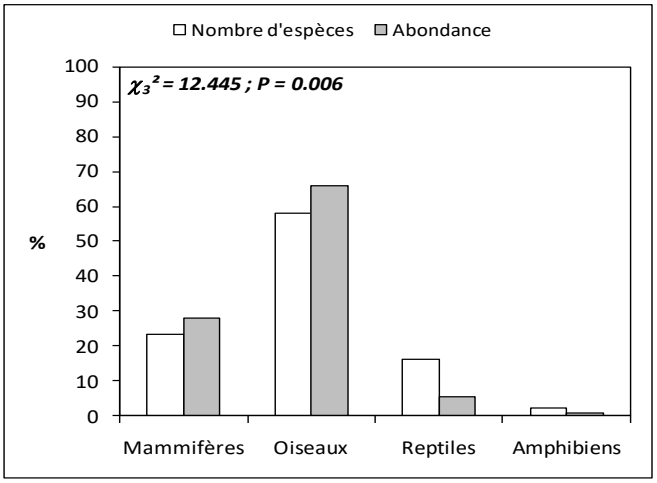

Figure 23 - Distributions des fréquences des cadavres recensés, en termes de nombre d'espèces et d'abondance, entre les quatre groupes systématiques identifiés (Dhiab, 2019)

Le réseau des infrastructures de transport développé sur l'ensemble du paysaffecte tous les écosystèmes de Tunisie. Les routes sont à l'origine de plusieurs nuisances pour la faune : bruit, lumière, mais également la fragmentation de paysages pouvant affecter la fonctionnalité des habitats et en fonction de la densité du trafic routier, la perte de nombreux individus, notamment des mammifères et reptiles.

4.4.2 Le tourisme

Destination prisée du fait de son climat et sa proximité avec l'Europe, la Tunisie a misé sur le tourisme balnéaire de masse qui représente aujourd'hui 6% du PIB. Le tourisme, les paysages et la biodiversité sont aujourd'hui étroitement liés : les milieux littoraux, les zones montagneuses, les forêts, les cours d'eau et les régions sahariennes attirent un tourisme

international. Les formes de tourisme plus orientées sur la nature, la culture et les services locaux sont dépendant d'une biodiversité en bon état de conservation qui constitue l'essentiel de l'attrait et de la qualité de ces destinations d'écotourisme.

Cependant les dégradations des paysages et de la biodiversité avec le développement touristique est important, en particulier avec les formes de tourisme de masse, Les aménagements touristiques comme les unités hôtelières et de restauration ou les Aqua Park contribuent à artificialiser et imperméabiliser l'espace (entraînant ainsi des risques d'inondation). Les dunes côtières ont été très largement dégradées et le piétinement des habitats lors des périodes de fréquentations trop importantes nuit à certaines espèces vulnérables comme la tortue marine (*Caretta caretta*).

Les activités touristiques en lien avec la biodiversité, peuvent engendrer également des impacts significatifs : la plongée autonome affecte directement les récifs coralliens et le piétinement sur les littoraux peut y détruire la flore locale. Le tourisme côtier constitue une source de dérangement pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau en Tunisie, et diminue leur présence dans les sites fréquentés (Hamza, 2020). Le manque de vision prospective et la prééminence des enjeux économiques a engendré des stations touristiques sur-urbanisées, comme Marina de Tabarka, qui exerce une emprise sans précédent sur l'environnement. En outre, l'activité touristique génère des quantités importantes de déchets solides et d'eaux usées évacuées en mer, ce qui affecte de nombreuses espèces.

Après des décennies de développement d'un tourisme de masse tout au long du littoral tunisien qui a entraîné l'urbanisation et l'artificialisation du littoral tunisien, il est nécessaire que ce secteur s'oriente rapidement vers des formes plus durables de tourisme, respectant les paysages et la biodiversité. Une prise de conscience de ce secteur professionnel est nécessaire pour qu'il participe à des actions de restauration d'espaces naturels qui valorisent leur activité. La coordination des professionnels du tourisme, des institutions et de la sociétés civiles est nécessaire pour se doter d'outils qui font actuellement défaut comme des plans nationaux, régionaux et locaux pour un tourisme durable (comme cela a été réalisé pour le Cap Bon dans le cadre du programme « Destinations » - Développement de stratégies pour un tourisme durable, cofinancé par le programme LIFE - Pays Tiers de la Commission Européenne, 2009) ou des stratégies nationales en faveur de la diversité biologique.

Avec une urbanisation axée sur le tourisme de masse sur les littoraux, la pression anthropique engendrée par la création d'infrastructures telles que les unités hôtelières est considérable. Outre les dégâts directs, qui se traduisent par une vulnérabilité à l'érosion des littoraux et une destruction d'habitats marins, la fréquentation touristique est également à la source de nombreux impacts sur la biodiversité. Le relâchement de déchets solides et d'eaux usées et le piétinement sur des espaces naturels nuit également aux écosystèmes à proximité de ces infrastructures. Une stratégie nationale pour garantir un tourisme durable semble nécessaire pour réduire ces impacts sur les côtes tunisiennes.

4.4.3 Santé

L'Institut Pasteur produit plusieurs vaccins et sérums à partir de scorpions et vipères pour les besoins du pays. Il faut environ 500 à 600 individus de scorpions pour chaque millilitre de sérum produit ce qui exerce une pression continue sur ces espèces. Cet usage de la biodiversité se retrouve également avec la flore médicinale, sur lesquels portent de nombreuses recherches sur certaines espèces parfois rares, comme *Ajuga iva,* afin de mieux comprendre leurs vertus.

L'importante diversité des conditions climatiques et pédologiques de la Tunisie, ainsi que sa position biogéographique saharo-méditerranéenne, lui confère une place de choix pour le développement d'une flore riche et diversifiée, comprenant un important potentiel en plantes aromatiques et médicinales (PAM). Parmi les plantes médicinales spontanées de la Tunisie, le Romarin (Rosmarinus officinalis) et le Myrte (Myrtus communis) constituent les seules rares espèces spontanées, exploitées de manière officielle, pour la distillation et l'extraction des huiles essentielles (HE). On estime ainsi à environ 346 000 ha les formations végétales naturelles de Romarin. Sur cette superficie, environ 160 000 ha sont annuellement exploitables. D'autre part, les formations de Myrte couvrent en Tunisie environ 40 000 ha. Sur cette superficie, 22 000 ha sont mis en vente chaque année, dont seulement environ 10 000 ha sont exploités (AGRO-SERVICES, 2013).

Ce secteur est appelé à s'amplifier dans le proche avenir (évolution d'environ 1 200 tonnes en 2009, à environ 20 000 tonnes en 2011), ce qui peut soutenir significativement l'érosion de la biodiversité. Le nombre de producteurs des plantes médicinales en Tunisie a connu une importante évolution en passant, en une décennie, de 467 producteurs à environ 700 producteurs en 2011. Pour les plantes aromatiques ou condiments, leur superficie est en évolution continue depuis 2002, passant de 1 274 ha en 2002 à 3 154 ha en 2011.

Par ailleurs, le secteur de la santé est un grand consommateur d'énergie, en plus de produire d'importantes quantités de déchets solides et liquides. Malgré l'impact bien connu des substances médicamenteuses, qui une fois rejetées dans l'environnement peuvent affecter le métabolisme cellulaire de nombreuses espèces et provoque des antibiorésistances (voire une mortalité de certaines espèces), aucune donnée chiffrée permettant d'évaluer cet impact en Tunisie n'est disponible. Cette lacune doit être comblée par un programme de recherches et d'études. L'une des priorités réside aujourd'hui dans la gestion des effluents liquides des établissements hospitaliers, de santé. Les substances rejetées quotidiennement dans les milieux aquatiques sont soupçonnées d'être à l'origine de diminutions importantes de la faune aquatique et d'une féminisation de certaines populations.

Le secteur de la santé, en plus de rejeter de nombreux déchets solides et liquides, provoque la libération de substances médicamenteuses dans la nature qui peut affecter de nombreux organismes. Un lien d'interdépendance entre santé humaine et biodiversité existe, puisque certaines espèces animales et végétales sont employées pour leurs vertus : production de vaccins, de crèmes… Ce lien met en péril certaines espèces exploitées.

4.4.4 Le commerce

Aujourd'hui, le commerce illégal d'espèces sauvages est un problème d'envergure internationale. En Tunisie, parmi les produits commercialisés, on peut citer la couanne (*Caretta caretta*) et le fennec, (*Fennecus zerda*) deux espèces protégées à l'échelle nationale et menacées. Des actions de plus grandes envergures peuvent être observées, avec l'existence d'un commerce transfrontalier de ruminants extrêmement dangereux pour la biodiversité. Les risques d'érosion génétique par la disparition des ressources locales, le croisement avec des individus allochtones et l'introduction de germes pathologiques sont des risques importants pour les animaux d'élevage. Pour les ressources phytogénétiques, on peut citer l'exemple du commerce des rejets de Palmier dattier issu d'Algérie, pourtant menacé par la très grave maladie du Bayoudh (*Fusarium oxysporum*), ce qui constitue un très haut risque de propagation de cette maladie au sein des palmeraies tunisiennes. Le commerce des semences a par ailleurs participé à l'introduction d'espèces invasives telles que la Morelle (*Solanum elaeagnifolium*). Enfin, le financement de projets par les banques peut entraîner des effets négatifs sur la biodiversité puisqu'elles orientent la production et la commercialisation de produits parfois liés à de graves nuisances écologiques.

Malgré un impact moindre que celui des secteurs primaires et secondaires, le secteur des services impacte la biodiversité. En effet, sachant que l'économie des entreprises des services dépend généralement des services écosystémiques et de la biodiversité, leur impact sur cette dernière est indéniable. Toutefois, l'ampleur de cet impact et de l'empreinte écologique et environnementale des entreprises de services est variable en fonction de la nature de son activité économique. À juste titre, le sous-secteur du transport et des infrastructures routières impacte davantage les habitats naturels, en provoquant leur fragmentation et leur destruction, beaucoup plus que le service du tourisme. Il en est de même pour le secteur de la santé, qui consomme la biodiversité (animale et végétale) ; son impact est certainement plus important que le secteur des télécommunications ou des finances.

5 EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITE

Selon le GIEC, d'ici la fin du siècle, le changement climatique sera le vecteur le plus important de ll'érosion de la biodiversité. Deux enjeux majeurs se démarquent : la pression sur des écosystèmes déjà fragilisés par l'activité anthropique, ainsi que la remise en cause des stratégies de développement passées. Les effets du changement climatique sont amplifiés par des initiatives inadéquates d'aménagement et l'absence de stratégies efficaces à moyen et long terme. La Tunisie, pays méditerranéen fortement marqué par la dominance du climat arido-saharien associé à de nombreuses activités impactantes, est particulièrement exposée aux effets du changement climatique.

L'exemple des nappes alfatières (*Stipa tenacissima*), dont l'importance économique, sociale et écologique est indéniable pour tout le pays, montre la portée des changements que connaitra le pays dans les prochaines années sans amélioration notable. Une étude évaluant la perte de l'habitat de *S. tenacissima* selon deux scénarios, l'un à faible émission de gaz à effet de serre et l'autre à émissions très élevées a été réalisée et montre- que parallèlement à une perte importante des surfaces de *S. tenacissima*, la répartition des nappes serait étirée vers le nord du pays du fait de températures plus propices dans cette région, et ce pour les deux scénarios. Avec la perte de ces steppes disparaitront toutes les espèces végétales et animales associées. Cela entraînera un impact social fort caractérisé par une perte d'emploi et de revenus familiaux, mais aussi écologique du fait de l'érosion hydrique importante et de la perte de biodiversité.

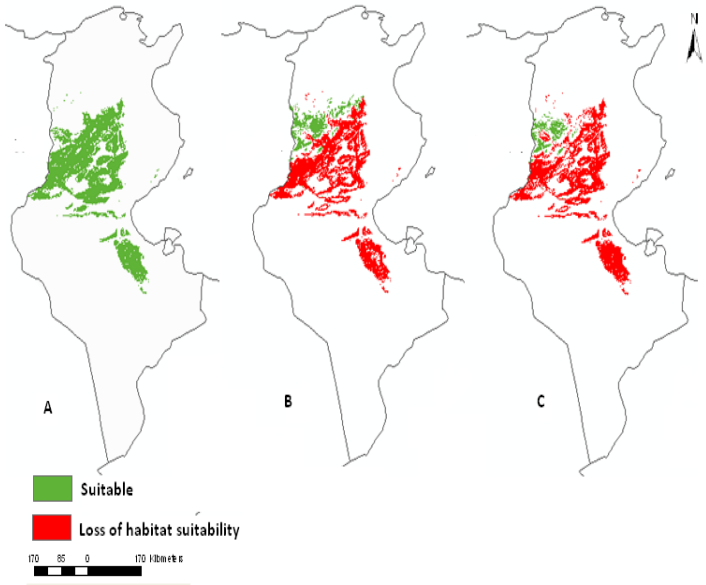

Figure 24 - Perte de l'habitat de *S. tenacissima*, de la répartition actuelle (A), vers une répartition future en 2050, selon le scénario RCP2.6 (B) et le scénario RCP8.5 (C)

6 IMPACTS DE L'INVASION BIOLOGIQUE SUR LA BIODIVERSITE

L'ensemble des impacts anthropiques décrits précédemment ont pour conséquence la migration de nombreux organismes vivants des zones défavorables vers les milieux les plus propices pour leur maintien et leur développement. Ces flux migratoires entrainent l'arrivée de nouvelles espèces dans des environnements qui leur sont allochtones. Ces introductions d'espèces constituent un risque écologique potentiel, via des interactions interspécifiques avec les espèces autochtones. Elles se rajoutent à d'autres sources d'introduction d'espèces exotiques comme les eaux de ballast et la contrebande.

La Tunisie, au cours des dernières décennies, a été marquée par le phénomène de l'invasion biologique. Au niveau marin, on peut citer l'installation de la crevette mouchetée et du crabe bleu (*Daech*), avec un impact important sur la pêche artisanale. Le crabe, notamment, cause des dégâts aux filets de pêche et altère la qualité des captures. En milieu terrestre, l'invasion biologique animale concerne principalement l'avifaune. On peut citer l'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*), qui se nourrit d'olives, ainsi que le moineau espagnol qui pourrait faire disparaître l'espèce locale sous l'effet de l'hybridation. En ce qui concerne les espèces végétales, leur nombre est plus élevé que celui des espèces animales. *Leucaena leucocephela*, dont le potentiel de production de semences est particulièrement important, est aujourd'hui visible dans presque toute la Tunisie avec un impact fort sur la biodiversité autochtone.

7 CONCLUSION

La Tunisie, est un pays majeur parmi les pays du Maghreb. Elle couvre 16 millions de km² occupé par 5% de zones humides, 32 % de terres cultivées, près de 13% de forêts, 0,5 % de zones urbanisées et 50% de terres inexploitées. La Tunisie est soumise à plusieurs bioclimats, qui permettent l'expression de sept grands ensembles d'écosystèmes naturels auxquels s'ajoutent l'ensemble des agrosystèmes : les écosystèmes côtiers, les écosystèmes insulaires, les écosystèmes montagneux, les écosystèmes steppiques, les écosystèmes désertiques, les écosystèmes oasiens et les zones humides. Le désert comprend entre 33% et 40% de la surface totale du pays selon la définition de l'aridité (la surface située au sud de 100 mm d'isohyètes) ou selon certaines caractéristiques du paysage (par exemple, le Grand Erg Oriental).

Les catégories d'aires protégées couvrent environ 6% de la superficie totale des terres. Il existe actuellement 44 sites désignés qui regroupent 17 parcs nationaux, 27 réserves naturelles, 42 sites RAMSAR. La richesse spécifique en Tunisie se trouve localiser dans 69 ensembles d'écosystèmes naturels et 12 ensembles d'agrosystèmes. Elle totalise 7 212 espèces répartis entre 3 749 espèces végétales et animales terrestres et 3 480 espèces végétales et animales marines et aquatiques (environ 45% de la biodiversité méditerranéenne) et 32 collections de microorganismes, totalisant 22 650 souches. Le nombre des espèces exotiques ne cesse d'augmenter, atteignant 191 espèces en 2018, alors que le nombre des espèces menacés est de l'ordre de 55 espèces.

A la diversité d'espèces, éléments essentiels de la biodiversité, il faut également souligner l'importance des services écosystémiques fournit : protection de la ressource en eau, conservation des sols contre l'érosion, espace pour le développement d'activités touristiques et récréatives durables,

La conservation de la biodiversité est un élément essentiel de la réalisation d'un développement durable et résilient. La biodiversité apporte des avantages directs et indirects à la population et à la qualité de leur environnement. Malgré cette importance reconnue, la Tunisie connaît une perte rapide de biodiversité due à la croissance démographique, à la surexploitation des ressources naturelles, à l'expansion et à l'intensification de l'agriculture et à un manque de suivi de l'application de la règlementation.

D'autres part, cette étude a également montré que la biodiversité tunisienne reste encore imparfaitement connue. De nombreux groupes n'ont pas de données à jour ou n'ont pas été prospectées à l'échelle nationale (chiroptères par exemple). Le manque de système de suivi scientifique régulier de la biodiversité ne permet pas d'avoir une vision claire de la tendance évolutive des espèces et de leurs habitats et de l'impact du développement économique. Dans ces conditions, il est difficile d'anticiper et d'agir dans une démarche planifiée, intégrative et responsable de l'ensemble des acteurs du territoire.

Pour faire face à ces pertes, des initiatives ambitieuses ont été créées comme BIODEV2030 « Facilitation de l'engagement biodiversité », soutenue financièrement par l'AFD et coordonnée par Expertise France. Son objectif global est d'aider seize pays pilotes à tirer parti des engagements des secteurs économiques pour en empêcher la perte de biodiversité au cours de la prochaine décennie. En d'autres termes, l'initiative vise à intégrer la biodiversité par le biais d'engagements sectoriels volontaires issus d'un processus de concertation. Dans le cadre de cette initiative, le WWF a engagé Oréade-Brèche pour réaliser une étude visant à évaluer le déclin de la biodiversité, à identifier les moteurs, les pressions et les impacts causés par l'ensemble des secteurs économiques de la Tunisie pour servir de base à l'identification de deux secteurs économiques ciblés pour les engagements volontaires en faveur de la biodiversité.

Les pertes de biodiversité apparaissent le plus avec les secteurs économiques les plus directement liés à l'utilisation des espaces naturels et des ressources naturelles : agriculture, foresterie, pêche, industries extractives. A un second niveau, l'urbanisation et le développement des infrastructures linéaires (routes, chemins de fers, lignes électriques) viennent renforcer la fragmentation des écosystèmes et l'altération de leurs fonctionnalités. Naturellement, les secteurs de la transformation (agro-alimentaire, textile, etc.) et des services (tourisme) participent également à l'érosion de la biodiversité. Cependant, étant situé en aval des secteurs primaires, leur conviction à s'impliquer dans la conservation du patrimoine naturel national peut constituer un levier pour l'évolution des pratiques primaires.

Selon les méthodes utilisées (STAR, enquêtes auprès des acteurs, évaluation par le panel d'experts nationaux du comité de pilotage de l'étude), **l'agriculture associée à l'agroalimentaire et les industries extractives en lien en particulier avec le secteur de la construction**, sont les 2 secteurs économiques qui ressortent comme étant ceux participant le plus à l'érosion de la biodiversité en Tunisie. Naturellement, en fonction des sous-secteurs de chacune de ses composantes économiques, les effets sur la biodiversité sont différents.

Les accords volontaires qui vont être recherchés dans une deuxième phase de Biodev2030 en Tunisie devront :

- Prendre en compte la disparité des situations économiques, des capacités de développement et d'évolution, des besoins de renforcements des capacités,

- Identifier les zones géographiques les plus à enjeu biodiversité au regard de ces activités,
- Intégrer les expériences positives non seulement en Tunisie mais dans d'autres pays qui ont déjà tenté de faire évoluer les pratiques intensives vers des pratiques plus respectueuses de la biodiversité tout en assurant leur durabilité économique,
- S'appuyer sur les filières qui peuvent être des leviers pour appuyer les changements en faveur d'une réduction de l'érosion de la biodiversité. Par exemple, dans le domaine agroalimentaire/agriculture, les secteurs des eaux minérales, de la transformation de produits du maraichage et de l'arboriculture, de l'huile d'olive peuvent être des sous-secteurs suffisamment dynamiques pour porter des démarches positives en faveur de la biodiversité dans des territoires à enjeux.

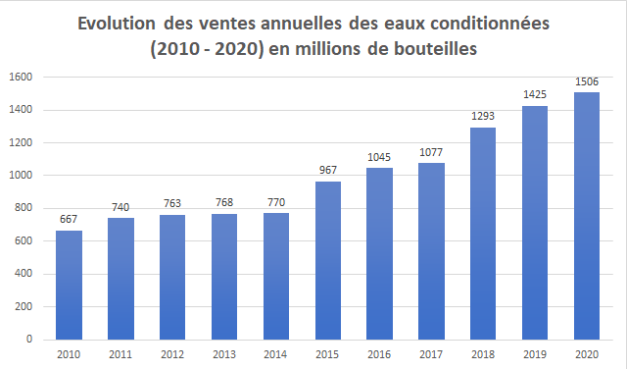

Figure 25 - Evolution des ventes annuelles des eaux conditionnées (2010/2020) en millions de bouteilles

- Veiller à rechercher une efficacité de ces accords volontaires sectoriels par des approches territoriales et intégratives afin d'éviter tout saupoudrage de l'effort à l'échelle nationale. Cibler ces accords sur des territoires à enjeu permettra de mettre en œuvre des dynamiques territoriales positives qui pourront servir d'exemple pour les étendre par la suite. Ainsi, lier les accords volontaires sectoriels à des bassins versants, par exemple en lien avec les sources de production d'eau minérale, à des territoires jouant le rôle de zones tampon d'une aire protégée (parc national ou site RAMSAR, etc.) ou à un bassin minier (par exemple le bassin minier de Gafsa) pourraient donner encore plus de sens à ces accords.

L'eau minérale

Selon l'Office National du Thermalisme et de l'Hydrothérapie, en 2015, les tunisiens ont bu plus d'1 milliard 400 mille litres d'eau en bouteille. La production annuelle moyenne d'eau minérale naturelle est d'1 milliard 500 mille litres et est répartie sur moins d'une trentaine d'usines de conditionnement parsemées dans les 24 gouvernorats du pays.

12ème à l'échelle internationale au niveau de la consommation individuelle d'eau minérale, le tunisien est passé de 31 litres en 2001 à 170 litres en 2017. Le volume des ventes aussi a explosé de 290 millions de litres en 2000 à 1700 millions de litres en 2017.

Si l'étape suivante à la suite de l'identification des 2 principaux moteurs d'érosion de la biodiversité, est la négociation des accords volontaires, il est assez probable que l'enjeu majeur est dans la mise en œuvre de ces accords, leur accompagnement, le soutien au changement de filières qui ne sont actuellement pas encore sensible à l'enjeu « biodiversité (comme les industries extractives en particulier). Cela va demander de la persévérance pour accompagner ceux qui seront moteurs au sein de leur filière pour s'engager dans des pratiques innovantes les conduisant vers le changement souhaité.

Outre la mise en œuvre de ces actions, il sera indispensable de mettre en place un véritable observatoire du changement autant pour mesurer les effets sur la biodiversité de façon scientifique et robuste que ceux du point de vue social et économique.

Avec Biodev2030, la Tunisie peut devenir un pays leader et pionnier de la lutte contre l'érosion de la biodiversité dans l'écorégion du Maghreb.

Si cela va demander des moyens financiers, techniques, humains, ce sera avant tout une histoire de conviction profonde que la valeur du patrimoine naturel national et la qualité de la vie en Tunisie pour les générations futures vaut cet engagement attendu par les acteurs socio-économiques des 2 filières identifiées.

La lutte contre l'érosion de la biodiversité, un sujet d'actualité dont l'agenda s'aligne avec celui de la lutte contre le changement climatique

Pour conserver sa diversité d'écosystèmes, dont 1,3 million d'hectares de forêts, des steppes, des agrosystèmes, des oasis et des zones humides, dont 256 zones naturelles et 866 zones artificielles et zones côtières à richesse floristique et faunistique, la Tunisie devrait mobiliser des financements estimés à 1,151 milliard de dinars.

Le potentiel des ressources financières mobilisables pour la biodiversité au niveau national avoisinerait à terme les 155 millions de dinars (MDT) par an, selon un plan consacré au financement élaboré depuis 2016.

Ces financements sont destinés à mettre en œuvre la Stratégie et plan d'action pour la biodiversité 2018-2030, qui visent a renforcer, d'ici 2030, la résilience de la biodiversité nationale face aux changements climatiques de manière à ce qu'elle soit à l'abri des menaces, conservée et gérée de manière à contribuer durablement au développement socio-économique du pays.

Le plus grand défi en termes de protection de la biodiversité est de réussir à intégrer les valeurs de la diversité biologique dans l'ensemble des politiques nationales et de la société, ont laissé entendre des responsables des départements ministériels de l'Environnement et de l'Agriculture et des représentants d'ONG nationales, invités par le WWF-Afrique du Nord -Bureau de Tunis, à une réunion, le 26 août à Tunis, en prévision de la participation de la Tunisie au Congrès mondial de la Biodiversité, du 3 au 11 septembre 2021 à Marseille.

En effet, la stratégie et plan d'action nationaux pour la biodiversité ont pour principaux objectifs de réduire le rythme de l'appauvrissement des éléments constitutifs de la biodiversité (écosystèmes, espèces et diversité génétique), d'utiliser d'une manière durable la biodiversité, de réduire les principales pressions qui pèsent sur la diversité biologique, exercées par les pressions anthropiques, les espèces exotiques envahissantes, les changements climatiques et la pollution et aussi de protéger les connaissances, innovations et pratiques traditionnelles.

La Presse, 28 août 2021

8 BIBLIOGRAPHIE

8.1 Lacune et état de la biodiversité

- Ben Hassine, J. & Nouira, S. 2012. Répartition géographique et affinités écologiques des Amphibiens de Tunisie. Rev. Écol. (Terre Vie), vol. 67 : 437-457.

- Boulenger, G. A. 1889. Catalogue of the reptiles and batrachians of Barbary (Morocco, Algeria, Tunisia), based chiefly upon the notes and collections made in 1880-1884 by M. Fernand Lataste. Trans. Zool. Soc., London, 13 : 93-164.

- Cuénod, A 1954. Flore analytique et synoptique de la Tunisie : Cryptogames vasculaires gymnospermes et monocotylédones. Edit de l'Imprimerie officielle de Tunisie.

- Le Floc'h Édouard , Loutfy Boulos et Errol Véla,2010. Catalogue synonymique commenté de la flore de Tunisie, Tunis, Ministère de l'Environnement et du Développement durable, 2010, 500 p.

- Ellouze G. (1996). Contribution à l'étude de la reproduction de la tortue caouanne Caretta caretta Linnaeus, 1758. DEA Université de Tunis II : 111p.

- Fennane, M., Ibn Tattou, M., El Oualidi, J. 2014. Flore pratique du Maroc - Volume 3 Relié

- Hughes J. M. R., Mamouri F., Hollis T., Avis C. & Ayache F., 1997. Inventaire des zones humides tunisiennes. Direction Générale des Forêts, 355 p.

- Jribi I. 2017. Loggerhead turtle Caretta caretta nesting activity in Chebba (Centre Tunisia): Assessment, problems and recommendations. Indian Journal of Geo-marine Sciences. V 46 (01). pp 163-169.

- Jribi I. and Bradai M.N. (2014). Sex ratio estimations of loggerhead sea turtle hatchlings at Kuriat islands, Tunisia. Can minor nesting sites contribute to compensate globally female biased sex ratio? Sci. World J. Volume 2014, 8 pages

- Laurent, L. 1990.- L'origine des tortues Caouanne, Caretta caretta (Linnaeus, 1758) de Mediterran6e occidentale. Rapp. Conun. int. Mer Midit. 32, l .

- Mastrángelo, M.E., Pérez-Harguindeguy, N., Enrico, L. et al. Key knowledge gaps to achieve global sustainability goals. Nat Sustain 2, 1115–1121 (2019). https://doi.org/10.1038/s41893-019-0412-1

- M'hammdi, F., 1997.- Dégradation de la nappe alfatière : cas de Hessy Elfrid - Kasserine. Projet de fin d'études. ESA-Mograne.

- Penny F. Langhammer, Mohamed I. Bakarr, Leon A. Bennun, Thomas M. Brooks, Rob P. Clay, Will Darwall, Naamal De Silva, Graham J. Edgar, Güven Eken, Lincoln D.C. Fishpool, Gustavo A.B. da Fonseca, Matthew N. Foster, David H. Knox, Paul Matiku, Elizabeth A. Radford, Ana S.L. Rodrigues, Paul Salaman, Wes Sechrest et Andrew W. Tordoff. (2011). Identification et analyse des lacunes des Zones clés de la biodiversité: Cibles pour des systèmes complets des aires protégées. Gland, Suisse: UICN. xiii + 128pp.

- Pottier-Alapetite, G. 1979 & 1981/. Flore de Tunisie. Angiospermes-dicotylédones. Publications scientifiques, Imprimerie officielle de la Tunisie ; 1190 p.

- Quézel, P et Santa, C., 1963. Flore de l ' Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris.

- République tunisienne, Ministère des Affaires Locales & de l'Environnement, 2017. Stratégie et plan d'action nationaux pour la biodiversité 2018-2030 ; Doc. de Synthèse ; 37 p.

- SPA/RAC - ONU Environnement/PAM, 2020. Prospection des côtes tunisiennes à la recherche des sites de nidification de la tortue marine. Par Jribi I., SPA/RAC, Projet MAVA Tortue Marine : 48p.

- SNCPA- Société Nationale de Cellulose et de Pâte d'Alfa, 2001. Plusieurs rapports annuels (1990-200 I). Kasserine - Tunisie.

8.2 Secteur de l'économie maritime

A.Q.I.S., 1993. Australian Quarantine and Inspection Service. Shipping ballast water trials on the bulk carrier M.V. "Iron Whyalla" AQIS. Ballst Water Resherch Series, report 2, 123 pp

Afli A, Ben Mustapha K, Jarboui O, Baradai MN, Hattour A, Langar H. Sadok S . 2005. La biodiversité marine en Tunisie. Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie et l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. 20p.

Anonyme 2013a. Etude d'impact environnemental & social de la centrale : cycle combine de rades. Société tunisienne de l'électricité et du gaz. Décembre 2013.

Anonyme, 2007. Mission d'Identification et de Formulation du Programme Environnement en Tunisie. EuropeAid/119860/C/SV/Multi. Demande de services n° 2007/135004- Version 2. European Commission. EuropeAid Cooperation Office.

Anonyme, 2013b. Etude de caractérisation environnementale des milieux marins au voisinage des sites des usines du groupe chimique tunisien et recherches de solutions de remédiation viables aux nuisances occasionnées. IHE (Société Ingénierie de l'Hydraulique et de l'Environnement) et INSTM (Institut National des Sciences et Technologies de la Mer).

Anonyme, 2014. 5ème Rapport National sur la Diversité Biologique. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. www.undp.org

Anonyme, 2015. Troisième Communication Nationale de la Tunisie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Ministère des A¬ffaires Locales et de l'Environnement, Programme des nations unies pour le développement (PNUD).

Anonyme, 2017. Etude d'impact de la pollution industrielle sur l'économie de la région de Gabès. Rapport final. Contrat cadre bénéficiaires 2013 europeaid/132633/c/ser/multi. 140p.

Anonyme, 2018. Etude d'impact de la pollution industrielle sur l'économie de la région de Gabès, Requête n°2016/372829-1. Projet mis en œuvre par Particip Gmbh et ETI Consulting. Rapport final. 175pp.

Anonyme, 2019. Sixième Rapport National sur la Biodiversité en Tunisie. Octobre 2019.Tunis

APAL et PNUD, 2012.Etude de la carte de la vulnérabilité du littoral tunisien à l'élévation du niveau de la mer due aux changements climatiques. Rapport de la Phase 2

APAL, 2009. Étude de la frange littorale de Monastir-Stratégie de réhabilitation-phase 1, Tunis, ministère de l'Environnement et du Développement durable, 432 p.

Ayadi, N., Aloulou, F., Bouzid, J., 2014. Assessment of contaminated sediment by phosphate fertilizer industrial waste using pollution indices and statistical techniques in the Gulf of Gabès (Tunisia). Arab. J. Geosci. 8, 1755–1767.

Balestri, E., Benedetti-Cecchi, L., Lardicci, C., 2004. Variability in patterns of growth and morphology of P. oceanica exposed to urban and industrial wastes: contrasts with two reference locations. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 308: 1-21.

Ben Amor, R., Jerbi, H., Abidi, M., & Gueddari, M. (2020). Assessment of trace metal contamination, total organic carbon and nutrient accumulation in surface sediments of Monastir Bay (Eastern Tunisia, Mediterranean Sea). Regional Studies in Marine Science, 101089.

Ben Brahim M., Mabrouk L., Hamza A., Mahfoudi M., Bouain A., Aleya L., 2014. Bathymetric variation of epiphytic assemblages on Posidonia oceanica leaves in relation to anthropogenic disturbance in the southeastern Mediterranean. Environmental Science and Pollution Research, 21(23): 13588–13601

Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah, O., Hamida N. B. H., Jarboui O., Fiorentino F., Missaoui H., 2009. Reproductive biology of the speckled shrimp Metapenaeus monoceros (Fabricius, 1798) (Decapoda: Penaeidae) in the gulf of Gabès (Southern Tunisia, Eastern Mediterranean). Cahiers de Biologie Marine, 50(3) : 231-240.

Ben Hmida A., Shili A., Sghaier Y.R., Rais C., 2014. Impact De La Pêche Par Mini-Chalut Benthique Sur Les Herbiers A Posidonia oceanica Dans Le Secteur Nord-Est Des Iles Kerkennah (Tunisie). 5ème Symposium Méditerranéen sur la Végétation Marine, Portorož, Slovénie, 27-28 octobre 2014.

Ben Meriem, S., Gharbi, H., Bedoui, R., 2005. Les pêcheries multispécifiques du Golfe de Gabès : Etat d'exploitation des principales espèces benthiques et éléments d'aménagement. In: Du court au long terme : échelles d'analyse et de gestion des pêches - 7ème Forum Halieumétrique. Nantes. France.

Ben Mustapha K. et El Abed A., 2002. Herbiers de posidonie, éponges et mégabenthos importants du Golfe de Hammamet. In Élaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. III - Golfe de Hammamet (183 pp). MEATINSTM, Salammbô, Tun. : 91-128.

Ben mustapha, K. and Afli, A. (2007). Quelques traits de la biodiversité marine de Tunisie. Proposition d'aires de conservation et de gestion. In: Report of the MedSudMed Expert Consultation on Marine Protected Areas and Fisheries Management. MedSudMed Technical Documents, N° 3, GCP/RER/010/ITA/MSM-TD-03, 32-55.

Ben Mustapha, K., Riveill, S. et El Abed. A. 2002. Données récentes sur la présence de l'herbier à posidonie, de la biocénose coralligène et des démosponges signalées au Golfe de Tunis et dans les zones adjacentes. In : Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels 2. Le Golfe de Tunis. pp. 63-77.

Ben Said R., Romdhane M., EL Abed A., M'rabet R., 2007. La rhodophycée Gelidium Spinosum (S.G. Gmelin) P.C. Silva, des cotes de Monastir : lumière sur quelques aspects hydro-biologiques, Bulletin de l'INSTM de Salambo 34, p. 81-89.

Ben Souissi J., 2015. Les espèces non indigènes invasives et leurs impacts sur l'environnement et les activités économiques en mer Méditerranée. Watch Letter n°33 - June 2015. Edi. CIHEAM.

Bradai, M.N., Ktari, R., Ben Souissi, J., Ben Hadj-Hamida, N., Ghorbel, M., Jarboui, O., Bouain, A., & Missaoui, H., 2004. Liste commentée des poissons exotiques recensés en Tunisie. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 37: 320 pp

Bradaï. M. N., 2000. Diversité du peuplement icthyque et contribution à la connaissance des sparidés du Golfe de Gabès ; Thèse es-sciences, Université Sfax (Tunisie). 600p.

Cancemi, G., De Falco, G., Pergent, G., 2003. Effects of organic matter input from a fish farming facility on Posidonia oceanica meadow. Estuarine Coastal and Shelf Science, 56: 961-968.

Challouf, R., Hamza, A., Mahfoudhi, M., Ghozzi, K., Bradai, M.N., 2017. Environmental assessment of the impact of cage fish farming on water quality and phytoplankton status in Monastir Bay (eastern coast of Tunisia). Aquaculture International, 25 (6), 2275-2292.

Chatenoux, B., Allenbach, K., Peduzzi, P., Lafitte, A., Touzi, S. & Ben Zakour, M. 2015. Integration of climate change variability into national GIZC strategies: "Contribution to the updating of the integrated management plan for coastal zones of the Kerkennah archipelago". GRID-Geneva, Plan Bleu/RAC and GWP Med.

Chouikhi, A. 2010. Analyse de l'exploitation halieutique de la lagune d'El Bibane, Mastère. Institut Nationale Agronomique de Tunis. 55p

Clairefond, P., & Cochet, G., 1978- Mer pélagienne. Faciés des fonds marins. Ministère de l'Industrie des Mines et de l'Energie, Direction des Mines et de la Géologie, sous direction de la Géologie, Tunis, Tunisie. In Ann. Univ. Provence, 1979, Fr., 6(1) : Annexe cartes

Delgado, O., Ruiz, J., Pérez, M., Romero, J., Ballesteros, E., 1999. Effects of fish farming on seagrass (P. oceanica) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. Oceanologica Acta, 22(1): 109-117.

DGPA (Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture), 2017. Annuaire des Statistiques des pêches et aquaculture en Tunisie, Ministère de l'Agriculture. http://www.ispab.agrinet.tn/docs/annuaire/stat2017. pdf.

DGPA, 2014. Annuaire statistique de la Direction générale de la pêche et de l'aquaculture (DGPA) de l'année 2014. 140 p.

DGPA, 2015. Annuaires Statistiques de la Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture (DGPA) des années 2000 à 2015.

DGPA, 2018. Annuaire statistique de la Direction générale de la pêche et de l'aquaculture (DGPA) de l'année 2018. 143 p.

Djabou, H. 2006. Exploitation halieutique et biodiversité de la lagune d'El Biban (Sud tunisien). Mastère. Fac. Sci. Sfax: 106pp

Drake, l., Doblin, M., et Dobbs, f., 2007. Potential microbial buioinvasions via ships'ballast water, sediment and biofilm. Marine Pollution Bulletin, 55: 333-341.

EL Asmi-Djellouli, Z., Djellouli, A., Pergent, G., Abdeljaoued, S., 2001. Anthropic impact on the Posidonia oceanica meadows, in the Monastir Bay Tunisia. "In Fifth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MedCoast 01" E. Ozhan (ed.). MEDCOAST Secret. Middle East Technical Univ. Pub., Ankara: 198-202.

El Kateb, A., Stalder, C., Rüggeberg, A., Neururer, C., Spangenberg, J. E., & Spezzaferri, S. (2018). Impact of industrial phosphate waste discharge on the marine environment in the Gulf of Gabès (Tunisia). PLOS ONE, 13(5), e0197731.

El Zrelli, R., Courjault-Radé, P., Rabaoui, L., Castet, S., Michel, S., Bejaoui, N., 2015. Heavy metal contamination and ecological risk assessment in the surface sediments of the coastal area surrounding the industrial complex of Gabès city, Gulf of Gabès, SE Tunisia. Mar. Pollut. Bull. 101, 922–929.

El Zrelli, R., Courjault-Radé, P., Rabaoui, L., Daghbouj, N., Mansour, L., Balti, R., Castet, S., Attia, F., Michel, S., Bejaoui, N., 2017. Biomonitoring of coastal pollution in the Gulf of Gabès (SE, Tunisia): use of Posidonia oceanica seagrass as a bioindicator and its mat as an archive of coastal metallic contamination. Environ. Sci. Pollut. Res. 24, 22214–22225.

Francour, P, Ganteaume, A., Poulain, M., 1999. Effects of boat anchoring in Posidonia oceanica seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 9(4): 391-400.

FTDES, 2013. Le désastre écologique de la baie de Monastir, Tunis. Carthage Publication, 8 p.

Galil, B. S., Froglia, C., Noël, P., 2015. Looking Back, Looking Ahead: The CIESM Atlas, Crustaceans. Management of Biological invasions, 6.

GCT, 2015. Etude de préfaisabilité et élaboration d'un avant-projet sommaire (APS) - Projet de transport de phosphogypse par pipe-line et mise en terril usines de Gabès du Groupe Chimique Tunisien (GCT) : 285 pp.

Gharbi H., Zaarah Y., 2001. Rapport sur les résultat des prospections réalisées dans le Golfe de Gabès du 14 au 16 novembre 2001. Institut National des Sciences et des Technologies de la Mer. 10 p.

GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007. Summary for Policymakers', in M. L. Parry et al. (eds.), Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, University Press Cambridge, Cambridge and New York.

Giorgi, F. 2006. Climate change hot-spots. Geophysical Resources Letters, 33: 707-715.

Hachani, M. A., Ziadi, B., Langar, H., Sami, D. A., Turki, S., & Aleya, L. (2016). The mapping of the Posidonia oceanica (L.) Delile barrier reef meadow in the southeastern Gulf of Tunis (Tunisia). Journal of African Earth Sciences, 121, 358 – 364.

Hallegraeff, G.M., 1998. Transport of toxic dinoflagellates via ship's ballast water: bioeconomic risk assessment and efficacy of possible ballast watermanagement strategies.Mar. Ecol. Progr. Ser., 168: 297-309.

Halouani, G, Ben Rais Lasram, F, Khalfallah, M, Zeller, D, Pauly, D, 2015. Reconstruction of Marine Fisheries catches for Tunisia (1950-2010). Fish. Cent. Univ. Br. Columbia Work Pap. 95.

Hamza, A., El Abed, A., 1994. Les eaux colorées dans le Golfe de Gabès: bilan de sept ans de surveillance. Bull. Inst. Nat. Sci. Technol. Mer. Salammbô 21, 66–77.

Hattour, A., et Ben Mustapha, K., 2015 - Le Golfe de Gabès: Espèces des Eaux de Ballast, Patrimoniales et Introduites: Synthèse des Campagnes 2009 et 2010 et Actualisation. Publication de l'Inst. Natn. Sci. Techno. Mer, 360 pages

Jabeur C., Gobert B., Missaoui H. 2000. Typologiede la flottille de pêche côtière dansle Golfe de Gabès (Tunisie). Aquat. Living. Resour. 13 421-428.

Jarboui O. ,Zamouri N., Ben Hadj Hamida N., Ader Hechmi M., 2005. Etude des rejets du chalutage benthique sur les côtes tunisiennes. Laboratoire des ressources marines vivants Institut national des sciences et technologies de la mer. Mars 2005.

Jarboui O., Djabou H., Vasconcellos M., Bernardon M., 2018. Implémentation de l'approche écosystémique pour l'aménagement de la pêcherie de la lagune de El Bibane. RAPPORT DE RÉFÉRENCE. Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture Rome, 2018.

Jarboui, O., Djabou, H., Bernardon, M.et Bdioui, M. 2020. Mise en œuvre de l'approche écosystémique pour l'aménagement de la pêche artisanale de l'île de Djerba - Tunisie. Rome, FAO.

Jaziri S, Gaamour A, Jarboui O. 2016. Structure démographique et état d'exploitation des populations du corail rouge Corallium rubrum (linnaeus, 1758) dans le nord de la Tunisie. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Vol. 43.

Jebara A., 2021. Mise en place d'une approche multi-bio-essais pour un large diagnostic de la contamination des milieux aquatiques par les perturbateurs endocriniens. Thèse de Doctorat, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir. Université de Monastir. 210 p.

Jebara, A., Lo Turco, V., Potortì, A. G., Bartolomeo, G., Ben Mansour, H., Di Bella, G., 2020. Organic pollutants in marine samples from Tunisian coast: Occurrence and associated human health risks. Environmental Pollution: 116266.

JICA, 2020. Rapport de l'étude préparatoire pour le projet de construction de navires de surveillance pour la gestion des ressources halieutiques en république tunisienne. Janvier 2020. RD, Département du Développement rural. JR, Agence Japonaise de Coopération Internationale 20-003.

Lamon, L.; Rizzi, J.; Bonaduce, A.; Dubois, C.; Lazzari, P.; Ghenim, L.; Gana, S.; Somot, S.; Li, L.; Melaku Canu, D. 2013. An ensemble of models for identifying climate change scenarios in the Gulf of Gabès, Tunisia. Reg. Environ. Chang,.14, 31–40.

Le Danois, D., 1925. Recherches sur les fonds chalutables des côtes de Tunisie (Croisière du chalutier «Tanche» en 1924). Ann. Stat. Océanogr. Salammbô, 1: 1-56 + carte.

Lemoalle, J. 1986. Etude de la lagune d'El Biban (Tunisie). Rapp. Doc. Inst. Nat. Scient. Tech. Océan. Pêche Vol. 2: 76p.

Mabrouk L., Ben Brahim M., Hamza A., Mahfoudhi M., Bradai M.N. 2014. Variability in the structure of epiphytic microalgae assemblages on the leaves of Posidonia oceanica in relation to human disturbance in a meadow off Tunisia. Scientia Marina 78(1): 27-39.

Mabrouk L., Hamza A., Ben Brahim M., Bradai M.N., 2013. Variability in the structure of epiphyte assemblages on leaves and rhizomes of Posidonia oceanica in relation to human disturbances in a seagrass meadow off Tunisia. Aquatic Botany 108: 33–40.

McCarthy, S.A., et Khambaty, f.M., 1994- International dissemination of epidemic Vibrio cholerae by cargo ship ballast and other non potable waters. Applied and Environmental Microbiology, 60: 2597-2601

Medhioub K., 2002. Impact des rejets atmosphériques du complexe chimique de Gabès sur les parcelles agricoles de Chott Essalem et Bou Chemma et Ghannouch. Expertise demandée par le tribunal de Gabès :84pp

Medhioub, K. et perthuisot, J.P. 1977. Le comportement géochimique des eaux de la Bahiret El Bibane. Conséquences sur la pêche. Condition de milieu et pêche dans la lagune hyper-saline d'El Bibane (Tunisie): Aménagement des pêches dans les lagunes côtières. Etudes et Revues,61 : 175-195

Mili S., Ennouri R., Ghanem R., Rifi M., Jaziri S., Shaiek M., Ben Souissi J. 2020. Additonal and unusual records of bleu crabs Portunus segnis and Callinectes sapidus from the northeastern Tunisian waters (Central mediterranean sea). Journal of new sciences, Sustainable Livestock Management, 14 (2), 303-311

Ministère De L'Environnement et de L'Amenagement du Territoire, 2001. Communication Initiale De La Tunisie À La Convention Cadre Des Nations Unies Sur Les Changements Climatiques. http://unfccc.int/resource/docs/natc/tunnc1esum.pdf.

MTLT, Ministère du Transport et de la Logistique, Tunisie, 2018. Les statistiques du secteur maritime portuaire. Ministère de transport et de la logistique de la Tunisie. http://www.transport.tn/uploads/Statistique/Les_statistiques_du_secteur_maritime_portuaire_2017_2018.pdf

Otero M., Cebrian E., Francour P., Galil B., Savini D., 2013. Surveillance des especes envahissantes marines dans les aires marines protegees (amp) mediterraneennes : guide pratique et strategique a l'attention des gestionnaires, UICN, 138p.

Ouelhazi H, Talbi R, Methamem M, Charef, 2009. Impact des activités anthropiques sur la qualité des sédiments du littoral de Rades Sud-Est (Tunis). Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime EDITION, HAMMAMET, TUNISIE (2009) Coastal and Maritime Mediterranean Conference.

Oueslati, A., Labidi O., Elamri T. 2015. Atlas de la vulnérabilité du littoral tunisien à l'élévation du niveau marin. Agence de protection et d'aménagement du littoral (APAL). Partenaire : Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). 57 pp.

Ounifi- Ben Amor, K., Rifi, M., Ghanem, R., Draeif, I., Zaouall, J., Ben Souissi, J., 2015. Update of alien fauna and new records from Tunisian marine waters. Mediterranean Marine Science, 17(1), 124-143.

Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. Mésogée, 54: 3 - 29.

Raaymakers S., 2002. 1st International Ballast Water Treatment Standards Workshop, IMO London, 28-30 March 2001: Workshop Report. GloBallast Monograph Series No. 4. IMO London.

Radhouane L., 2013. Climate change impacts on North African countries and on some Tunisian economic sectors. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 107 (1): 101 – 113.

Ramos-Esplá A.A., Ouergui A., Bayle J.T., Ben Mbarek N., Fernández-Torquemada Y., Guallouz S., Khidri R., Sánchez-Lizaso J.L., Yamak S. 2000.: Contribution a la caracterisation des herbiers a Posidonia oceanica (L.) delile aux iles kerkennah (Est de la Tunisie, mediterranée orientale). Proceedings of The Frist Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (AJACCIO, 3-4 October 2000). Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP), Tunis.

Ramos-Esplá, A.A. Ayadi, H., Mouelhi, S. Hattour, A. Drira, Z. Elaouani, J. El Lakhrach, H. Guermazi, W. Izquierdo, A. Jiménez-Escobar, E. Valle, C. Vázquez, M. Zakhama-Sraied, R. Afli, A. Bradai, M.N., Draief M.N., Ben Mustapha, K. 2011. Protection des ressources marins du Golfe de Gabès: Inventaire et suivi des espèces lagunaires, marines et introduites. Rapport final, Don Nº : TF054942-TN. Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement.

Rifi, M., Le Pennec, G., Ben Salem, M., Ben Souissi, J. 2011. Reproductive strategy of the invasive cockle Fulvia fragilis in the Bay of Tunis (Tunisia). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 91 (07), 1465-1475.

Rizzi, J., Gallina, V., Torresan, S. Critto A., Gana S., Marcomini A. 2016. Regional Risk Assessment addressing the impacts of climate change in the coastal area of the Gulf of Gabès (Tunisia). Sustainability Science 11, 455–476 (2016).

Sanchez-Lizaso J.L., Guillen-Nieto J.E., Ramos-Espla A.A. 1990. The regression of Posidonia oceanica meadows in El Campello (Spain). Rapp Comm Int Mer Medit 32.17.

Santangelo, G., Abbiati, M., 2001. Red coral: conservation and management of an overexploited Mediterranean species. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 11: 253-259.

Sellami, R., 2017. The decline of marine biodiversity in the bay of monastir and its social effect, what changes after the révolution. J. Mediterr. Geog. 128, 45–54

Sghaier Y.R., Zakhama-Sraieb R., Benamer I., Charfi-Cheikhrouha F., 2011a. Occurrence of the seagrass Halophila stipulacea (Hydrocharitaceae) in the southern Mediterranean Sea, Botanica Marina 54: 575–582.

Sghaier Y.R., Zakhama-Sraieb R., Charfi-Cheikhrouha F., 2014. Effects of the invasive seagrass Halophila stipulacea on the native seagrass Cymodocea nodosa. 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation. Portorož, Slovenia.

Sghaier Y-R., Zakhama-Sraieb R., Charfi Cheikhrouha F., 2006. Status of Posidonia oceanica meadows along the eastern coast of Tunisia. Biol. Mar. Medit.13 (4): 85 – 91.

Sghaier, Y.R., Zakhama-Sraieb, Ben Hmida, A., Charfi-Cheikhrouha, F., 2019. An inventory of non-indigenous species (NIS) inside and outside three tourist marinas from the southern Mediterranean coast. Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment, 25 (1), 29-48.

Sghaier, Y.R., Zakhama-Sraieb, R., Charfi-Cheikhrouha, F., 2011b. On the distribution of Percnon gibbesi (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea, Decapoda, Plagusiidae) along the Tunisian coast. Mediterranean Marine Science, 12 (1), 233-237.

Sghaier, Y.R., Zakhama-Sraieb, R., Mouelhi, S., Vazquez, M., Valle-Pérez, C. et al., 2016. Review of alien marine macrophytes in Tunisia. Mediterranean Marine Science, 17 (1), 109-123.

Streftaris N., Zenetos A., 2006. Alien Marine Species in the Mediterranean. the 100 'Worst Invasives' and their Impact. Mediterranean Marine Science, 7 : 87-118.

Touzi S , Ben Zakou M. 2015. Rapport national Expérience tunisienne pour faire face à la Variabilité et au Changement Climatique en Zones Côtières. Projet ClimVar (MedPartnership). Intégration de la variabilité et du changement climatique dans les stratégies nationales de GIZC. pp 40.

Travers, A., Elrick, C. and Kay, R (2010). Background Paper: Climate Change in Coastal Zones of the Mediterranean. Split, Priority Actions Programme.

Verner, D. 2013. La Tunisie face aux changements climatiques : Évaluation et actions pour accroître la résilience et le développement. A World Bank study; Washington, DC: World Bank. © World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/13114 License: CC BY 3.0 IGO.

Vicente-Serrano, S. M. 2006. Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910-2000). Hydrol. Sci. J., 51(1): 83-97.

Zaghdoudi Safa. 2013. Impact de la pisciculture en cages flottantes sur des sites littoraux sensibles (la lagune de Khniss et les îles Kuriates) à l'aide de l'outil SIG. Projet de Fin d'Etudes Cycle Ingénieur. Universite de Carthage ; Institut National Agronomique de Tunisie. 93p.

Zaouali J., 2009. Baie de Monastir (Sahel tunisien). Expertise environnementale. Rapport du projet de recherche : Ecologie des milieux lagunaires d'Afrique du nord.

Zaouali J., 2011. Lagune de Tunis - Impact environnemental des travaux de bonification des plans d'eau nord et sud. Conférence ArtLibris (Carthage).

Zaouali, J., 1993. Les peuplements benthiques de la petite Syrte, Golfe de Gabès –Tunisie. Résultats de la campagne de prospection du mois de juillet 1990. Etude préliminaire: biocœnoses et thanatocœnoses récentes. Mar. Life, 3 (1-2) : 47-60

Zarrad R, EL Abed A, Missaoui H, Gharbi H, Ben Abdallah L. 2015.Analyse descriptive de la pêcherie du Golfe de Tunis. Bull. Inst, Natn. Scien. Tech de Salammbô.

Zenetos, A., Gofas, S., Russo, G. & Templado, J. 2003. CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 3: Molluscs. F. Briand (ed.), CIESM Publ., Monaco, 376 pp

Zerelli S., 2018. Illegal bottom trawling in the Gulf of Gabès, Tunisia. FishAct investigation 25.09.

Zmerli Triki H., Kefi Daly-Yahia O., Malouche D., Komiha Y., Deidun A., Brahim M., Laabir M., 2014. Distribution of resting cysts of the potentially toxic dinoflagellate Alexandrium pseudogonyaulax in recently deposited sediment within Bizerte Lagoon (Mediterranean coast, Tunisia). Marine. Pollution. Bulletin, 84, 172-181.

Zouari-Ktari R., Bradai M-N, 2011. Reproductive biology of the lessepsian reticulated leatherjacket Stephanolepis diaspros (Fraser - Brünner, 1940) in the Gulf of Gabès (Eastern Mediterranean Sea). Reviews in Fish Biology and Fisheries 21: 641-648.

8.3 Secteur de l'économie terrestre

Achour T 2007 Étude de l'influence de la nature des granulats sur les propriétés des bétons hydrauliques : cas 574 des granulats calcaires tunisiens. Thèse de doctorat ENIT.

AGRO-SERVICES (2013) : Étude de l'amélioration de la qualité et du positionnement des Plantes Aromatiques et Médicinales en Tunisie, Ministère de l'Agriculture, Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA). 148 p.

Alix A, Cortesero A M, Nenon J P, Anger J P. 2001. Selectivity assessment of chlorfenvinphos reevaluated by including physiological and behavioral effects on an important beneficial insect. Environmental Toxicology and Chemistry 20(11): 2530-2536.

Aronson J, Floret C, Le Floc'h E, Ovalle C, Pontanier R. 1995. Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides : le vocabulaire et les concepts, in: Congrès International sur la Restauration des Terres Dégradées, des Zones Arides et Semi-arides, Tunis (TUN), 1994/11/14¬19 (Ed.), L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?, Colloques et Congrès : Science et Changements Planétaires/Sécheresse. J. Libbey Eurotext, Montrouge, p 11-29.

Asociación Nacional de Grandes Empresas de Distribución – ANGED (2013), Available at: http://www.anged.es (Accessed on: March 28, 2014).

Asociación Nacional de Grandes Empresas de Distribución - ANGED (2013). En www.anged.es (Última consulta: 19 de Diciembre de 2013).

Banque Africaine de Développement (BAD), 2001. Projet d'aménagement du réseau routier classé. Phase III ; Projet TUN/PTTR/2001/01; 67 p.

Banque mondiale. 2016. « Rapport d'évaluation de la Banque mondiale des projets financés en Côte d'Ivoire-Avril2016 », http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/738631471039484328/ Côte-divoire-CI.

Barrios E. 2007. "Soil biota, ecosystem services and land productivity." Ecological Economics 64(64): p 269-295.

Ben Hassine S., Jribi I., Bradai M.N, Bouain A. and Girondot M. 2011. The Origin in Variability of Nesting Period of the Loggerhead Turtle (Caretta caretta) in the Kuriat Islands, Tunisia. Marine Turtle Newsletter 131: 48-50. (Indexé).

Ben Mariem H, Chaieb M. 2017. Climate change impacts on the distribution of stipa tenacissima l. Ecosystems in north african arid zone—a case study in tunisia. Appl Ecol Environ Res 15:67–82. https://doi.org/10.15666/aeer/ 1503_067082.

Benton T G, Vickery J A, Wilson J D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends Ecol. Evol. 18: 182-188.

Berrada S, Nguyen T X, Fournier D. 1996. Comparative toxicities of some insecticides to Cacopsylla pyri L. (Hom., Psyllidae) and one of its important biological control agents, Anthocoris nemoralis F. (Het., Anthocoridae). Journal of Applied Entomology 120(3): 181- 185.

Bilel S (2017) Mutations socio-spatiales et environnementales du bassin minier de Gafsa (Sud-Ouest de Tunisie) : Approche par les outils géomatiques, p 349.

Brahmi et Zouari (2013) Indicateurs statistiques de performance économique et du positionnement mondial de l'industrie minière en Tunisie (1990 - 2010) : Regard avant la révolution 2011. XXIXème Journées du développement ATM 2013 économie informelle et développement : emploi, financement et régulation dans un contexte de crise Université Paris-Est-Créteil, 6-8 P 12.

Brandenburg RL. 1985. The effect of field applications of insecticides for variegated cutworm, Peridroma saucia (Hubner) (Noctuidae: Lepidoptera) control on non-target arthropods in alfalfa. Journal of the Kansas Entomological Society 58(3): 437-441.

Brideaux, B. (2009). Resort destination. Evolution, management and developpement, Landen, Elsevier.

Buckley, R., 2004. Impacts Positive and Negative: Links Between Ecotourism and Environment, in "Environmental Impacts of Ecotourism". In: Buckley, R. (Ed.). CABI Publishing, New York, pp.1-14.

Bureau D et Schubert K. 2020. Compensation écologique : à la demande ou par le développement d'une offre ? L'analyse de Yolande Hiriart mise en perspective », Focus du CAE, n°47.

Burn A J. 1988. Assessment of the impact of pesticides on invertebrate predation in cereal crops. Aspects of Applied Biology 17(1): 279- 288.

Chabert A, Beaufreton C. 2005. Impact of some agricultural practices on carabidae beetles. Bulletin OILB/SROP 28(6): 101-109.

Chambon J P, Cocquempot C, Fougeroux A, Taupin P. 1987. Impact of an early insecticide treatment on the arthropods present in soft winter wheat. Bulletin OILB/SROP 10(1): 225-242

Chebbi H E, Pellissier J P, Khechimi W, Rolland J P. 2019. Rapport de synthèse sur l'agriculture en Tunisie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM, p 99. ffhal-02137636f

Chen A, Chen Z, Luo K, Miao S. 2003. Effects of some insecticides on field population fluctuation and parasitism of the leaf miner parasitoid. Journal of Yunnan Agricultural University 18(3): 249-252.

Chokri A et al (2006) « Impact des rejets des laveries de phosphates sur la distribution des métaux lourds à l'interface sol-plantes dans la région de Métlaoui ». DEA en Géologie appliquée à l'Environnement. Université El Manar (F.SC. Manar). P 140.

Chriha S, Sghari A. 2011. Les incendies de forêt en Tunisie : Séquelles irréversibles de la révolution de 2011. Méditerranée 121:87–93.

Chriha S, Sghari J. 2011. Les incendies de forêt en Tunisie. Séquelles irréversibles de la révolution de 2011. Méditerranée 2/2013,121. p 87-93.

Cocquempot C, Chambon J P, Reynaud P, Fischer L. 1991. Incidence of insecticide treatments on the aranean fauna of a wheat field at flowering. Agronomie 11(5): 423-434.

Commission européenne (2006a) Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des régions : « La gouvernance dans le consensus européen pour le développement - Vers une approche harmonisée au sein de l'Union européenne », 30 août 2006, Bruxelles.

Convention sur la diversité biologique (CDB) 2010, Une nouvelle ère de vie en harmonie avec la Nature est née au Sommet de Nagoya sur la biodiversité (www.cbd.int).

Couvet D, & Teyssèdre Couvet A. 2010. Écologie et biodiversité. Des populations au socioécosystèmes. Peronnas: Belin.

CRDA (2017) : « Étude de planification intégrée et participative des aménagements CES du gouvernorat de Gafsa ». p 142.

Cross J V, Solomon M G, Babandreier D, Blommers L, Easterbrook M A, Jay C N, Jenser G, Jolly R L, Kuhlmann U, Lilley R, Olivella E, Toepfer S, Vidal S. 1999. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe: 2. Parasitoids. Biocontrol Science and Technology 9(3): 277-314.

Delpuech J M, Meyet J. 2003. Reduction in the sex ratio of the progeny of a parasitoid wasp (Trichogramma brassicae) surviving the insecticide chlorpyrifos. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 45(2): 203-208.

Dhiab O. 2019. Contribution à l'étude de la mortalité routière des vertébrés dans la région de Gabès. Rapport de master, Université de Gabès, Faculté des Sciences de Gabès, Gabès.

Erkilic L, Uygun N. 1997. Studies on the effects of some pesticides on white peach scale, Pseudaulacaspis pentagona (Targ.-Tozz.) (Homoptera: Diaspidae) and its side effects on two common scale insect predators. Crop Protection 16(1): 69-72.

Ewald J A, Aebischer N J. 2000. Trends in pesticide use and efficacy during 26 years of changing agriculture in southern England. Environmental Monitoring and Assessment. p 64, 493-529.

FAO 2013 : État des forêts méditerranéennes. Rome. p 2013-207.

FAO. 2015. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO. BPEH. 2014. Regional Initiative on Water Scarcity in Tunisia. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bureau de Planification et des Équilibres Hydrauliques, Ministère de l'Agriculture, Tunis.

Fauvel G. 1999. Diversity of Heteroptera in agroecosystems: role of sustainability and bioindication. Agriculture, Ecosystems & Environment 74(1-3): 275-303.

Foley J A, DeFries R, Asner G P, Barford C, Bonan G, et al. 2005. Global consequences of land use. Science 309, 570-574.

Frigui H, Zhang L. and Gader P D. 2010. "Context-Dependent Multisensor Fusion and Its Application to Land Mine Detection," in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 48, no. 6, pp. 2528-2543, doi: 10.1109/TGRS.2009.2039936.

FTDES, 2020 Rapport annuel (2020) : Mouvements de protestation en Tunisie.

Galfati I (2010) « Étude des phosphates du Jbel Oum El Khecheb et Impact des rejets de l'industrie phosphatière sur l'environnement dans le Bassin de Gafsa-Métlaoui ». Thèse en Géologie appliquée à l'environnement. Université de Tunis-Manar. 147 p.

Galfati I, Essad B, Beji Sassi A, Abdallah A, and Zaïer A (2011) «Accumulation of heavy metals in native plants growing near the phosphate treatment industry, Tunisia». Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 6 (2). p 85-100.

Galfati I, Essaid B, Hassan A, Beji Sassi Aicha (2014) Geochemistry of solid effluents and phosphate ore washed from Métlaoui-Gafsa basin, Tunisia rom. J. Mineral Deposits, vol. 87 No. 2, p. 83-86.

Game and Wildlife Conservation Trust (GCT), Sussex study: 34 years of change in farmland wildlife, 2004. http://www.gct.org.uk/text03.asp?PageId=182.

Garrigues, P. & Abadie, M., 2019. Santé et Biodiversité : nécessité d'une approche commune. Mission économie de la Biodiversité ; BIODIV'2050, N°19.

GIEC. 2014. Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, p 163.

Gordon P L, and McEwen F L. 1984. Insecticide-stimulated reproduction of Myzus persicae, the green peach aphid (Homoptera: Aphididae). The Can. Entomol., 116(5) :783-784.

Guide de bonne gouvernance de la Compagnie Des Phosphates de Gafsa (CPG), 2016.

GWP. 2009. Managing the other side of water cycle: Making wastewater an asset. Akica Bahri. Global Water Partnership.

Hamza, F. 2020. Impacts of human activities on diversity of wintering waterbirds: Assessment in Mediterranean coastal area. Ocean & Coastal Management, 198, 105317.

Hamza, F., & Hanane, S. 2021. The effect of microhabitat features, anthropogenic pressure and spatial structure on bird diversity in southern Tunisian agroecosystems. Annals of Applied Biology.

Hassainya J. 1991. Irrigation et développement agricole, l'expérience tunisienne. Options Méditerranéennes, CIHEAM, no B 3, p 217.

Hellal, M., 2020. « L'évolution du système touristique en Tunisie. Perspectives de gouvernance en contexte de crise », Études caribéennes. URL : http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/19397 ; DOI : https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.19397.

Hrizi M. 2019. Contribution à la recherche des sites de nidifications de la tortue marine en Tunisie. Mastère de recherche en Sciences du Vivant, parcours : Biodiversités et Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques. Faculté des Sciences de Sfax. 65pp.

Hyvönen T, Ketoja E, Salonen J, Jalli H, Tiainen J. 2003. Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. Agriculture, Ecosystems & Environment 97: 131-149.

Hzami, A., Heggy, E., Amrouni, O. et al. 2021. Alarming coastal vulnerability of the deltaic and sandy beaches of North Africa. Sci Rep 11, 2320 (2021). https://doi.org/10.1038/s41598-020-77926-x.

INAT. 2013. L'Eau et la Sécurité Alimentaire Méditerranée : Cas de la Tunisie. Institut National Agronomique de Tunisie. Présentation de Hamdane, A. à la Conférence Sésame, Montpellier, 21-22 février 2013.

INS (Institut National de Statistique) 2019. Données des comptes de la nation.

IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz S, Settele J, Brondízio E S, Ngo H T, Guèze M, Agard J, Arneth A, Balvanera P, Brauman K A, Butchart S H M, Chan K M A, Garibaldi L A, Ichii K, Liu J, Subramanian S M, Midgley G F, Miloslavich P, Molnár Z, Obura D, Pfaff A, Polasky S, Purvis A, Razzaque J, Reyers B, Chowdhury R Roy, Shin Y J, Visseren-Hamakers I J, Willis K J, and Zayas C N (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages. https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579.

Jaeger JAG, Bowman J, Brennan J, Fahrig L, Bert D, Bouchard J, et al. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. Ecol Model 2005;185(2–4):329–48.

Jribi I. 2017. Loggerhead turtle Caretta caretta nesting activity in Chebba (Centre Tunisia): Assessment, problems and recommendations. Indian Journal of Geo-marine Sciences. V 46 (01). pp 163-169.

Jribi I., Bradai M.N. and Bouain A. 2002a. Marine Turtles nesting in Kuriat islands (Tunisia) in 2000. Marine turtle Newsletter. 96 : 4-6.

Jribi I., Bradai M.N. and Bouain A. 2002b. The Loggerhead turtle nesting activity in Kuriat islands (Tunisia) in 2001. Bulletin de la Société Herpétologique de France. 102 : 43-47.

Jribi I., Bradai M.N. and Bouain A., 2006. The loggerhead turtle nesting activity in Kuriat islands (Tunisia): Assessment of nine years monitoring. Marine turtle Newsletter. 112:12-13.

Kishimoto H. 2002. Species composition and seasonal occurrence of spider mites (Acari : Tetranychidae) and their predators in Japanese pear orchards with different agrochemical spraying programs. Applied Entomology and Zoology 37(4): 603-615.

Koss A M, Jensen A S, Schreiber A, Pike K S, Snyder W E. 2005. Comparison of predator and pest communities in Washington potato fields treated with broad-spectrum, selective, or organic insecticides. Environmental Entomology 34(1): 87-95.

Kurek, P., Sparks, T.H., Tryjanowski, P., 2015. Electricity pylons may be potential foci for the invasion of black cherry Prunus serotina in intensive farmland. Acta Oecologia 62, 40–44.

Küster A, Adler N. 2014. Pharmaceuticals in the environment: scientific evidence of risks and its regulation. Philos Trans R Soc B 369(1656):20130587.

La Banque mondiale, "The Effects of Technology on Employment and Implications for Public Employment Services," rapport préparé pour la Réunion du Groupe de travail sur l'emploi du G20, Istanboul, Turquie, 6-8 mai 2015.

Langhof M, Gathmann A, Poehling H M. 2003. Field study on the effects of insecticide drift on non-target arthropods: residual toxicity, effect on populations and recolonisation processes. Bulletin OILB/SROP 26(5): 73-82.

Lebrun P. 1981. L'usage des bio-indicateurs dans le diagnostic sur la qualité du milieu de vie. Écologie appliquée : Indicateurs biologiques et techniques d'études, Grenoble, 13-14 novembre 1980. Association Française des ingénieurs écologues, Mainvilliers : p 175-202.

Loos R, Carvalho R, Anto´nio DC, Comero S, Locoro G, Tavazzi S, Jarosova B (2013) EU-wide monitoring survey on emerging polar organic contaminants in wastewater treatment plant effluents. Water Res 47(17):6475–6487.

M. Mejbri FTDES (2020) L'olivier : de richesse naturelle aux violations environnementales (Kairouan) (https://ftdes.net/lolivier-de-richesse-naturelle-aux-violations-environnementales/).

Male T. 2016. 'Analysing Qualitative Data'. In I. Palaiologou, D. Needham and T. Male (Eds). Doing Research in Education: Theory and Practice. London: SAGE, 177-191.].

MARHP. 1997. Ministère de l'Agriculture et des Ressources hydrauliques. Rapport d'activité. Tunis : Direction de l'Approvisionnement de l'Office des Céréales.

MARHP. 2020. Enquête sur les Structures des Exploitations Agricoles.

MARHP/PNUD. 2014. Rapport national du secteur de l'eau. Ministère de l'agriculture, des ressources hydrauliques et de la pêche, Bureau de la planification et des équilibres hydrauliques. p178, 2016.

McKinney ML & Schoch R M (2007) Environmental science: Systems and solutions. London: Jones & Bartlett.

Ministère de Développement de l'investissement et de la Coopération Internationale, Gouvernorat de Gafsa en chiffres, 2015.

Ministère de l'Économie et des Finances - Secrétariat d'État chargé du Développement et de la coopération Internationale 2013.

Ministère de l'Environnement / Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie, 2012 : Plan Cadre pour la Gestion Environnementale et Sociale du Projet « Écotourisme et conservation de la biodiversité désertique en Tunisie », Tunis, 66 p. [document provisoire en ligne], [consulté en 2015] disponible sur : https://menarid.icarda.org/Projects/TECDB/Shared Documents/Plan Cadre de Gestion Environnementale et Sociale.pdf.

Miossec, J.-M. (1996). Le tourisme en Tunisie, un pays en développement dans l'espace touristique international, Tours. Univ. François-Rabelais.

Molfetas S et Blandin P. 1981. Quelques éléments de réflexion sur la notion d'indicateur biologique. Écologie appliquée : indicateurs biologiques et techniques d'études, Grenoble, 13-14 novembre 1980. Association Française des ingénieurs écologues, Mainvilliers : p 167-173.

Monetti L N, Fernandez N A. 1995. Seasonal population dynamics of the European red mite (Panonychus ulmi) and its predator Neoseiulus californicus in a sprayed apple orchard in Argentina (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). Acarologia 36(4): 325-331.

Nesrine Bouhamed, Laurent Carnis. 2020. Enjeux et défis de la sécurité routière en Tunisie. RTS - Recherche Transports Sécurité, IFSTTAR, 2020, 2020, pp.16. 10.25578/RTS_ISSN1951-6614_2020-09. hal- 03002786.

Niehoff B, Poehling H M. 1995. Population dynamics of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. Agriculture, Ecosystems & Environment 52(1): 51-55.

Noble l R & Slayter R O. 1980. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances. Vegetatio 43: 5-21.

Normander B, Levin G, Auvinen A P, Bratli H, Stabbetorp O, Hedblom M, Glimsk¨ar A, and. Gudmundsson G A. 2012. Indicator framework for measuring quantity and quality of biodiversity— exemplified in the Nordic countries. Ecological Indicators 13:104-116.

Odum E P. 1969. The strategy of ecosystem development. Science 164: 262-270.

Office National des Mines Tunisie 2020 (http://www.onm.nat.tn).

Onagr I (2014) les échanges commerciaux des produits agricoles et alimentaires de la Tunisie : observation des faits et analyse des tendances.

ONAGRI, 2011. Enquête sur les périmètres irrigués 2011. Observatoire National de l'Agriculture. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunis.

ONAGRI. 2016. Balance Agroalimentaire : recap de la balance alimentaire (2005-2015), Site de l'ONAGRI : http://www.onagri.nat.tn/balances?id.

ONAGRI. 2020. Le marché de l'huile d'olive au niveau national et mondial et mécanismes de régulation. [Cité 15 avril 2020]. http://www.onagri.nat.tn/uploads/veille/marche-de-lhuileolive.pdf.

Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture. Rome, 2013 La Situation Mondiale de L'alimentation et de L'agriculture. ISSN 0251-1460. www.fao.org/publications.

Organisation mondiale du tourisme (2013), Le tourisme et la diversité biologique – Réaliser les objectifs communs en faveur de la durabilité, OMT, Madrid.

OSS, 2014. Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) au niveau des zones de la région MENA (Algérie, Égypte, Jordanie, Maroc, Tunisie). Rapport Technique, 152 p.

Ounis A (2002) « Caractérisation environnementale de la région de Mdhilla (Bassin Gafsa Sud). Étude des rejets de l'usine de Mdhilla et des laveries de la Compagnie de Phosphate de 305 Gafsa ». DEA de Géologie Appliquée à l'Environnement. Université Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis. 109 p.

Powell D F. 1988. The response of non-target predatory arthropods to deltamethrin applied to winter wheat on two alternative dates in autumn. Aspects of Applied Biology 17(2): 235-236.

Primack RB, Sarrazin F, and Lecompte J. 2012. Biologie de la Conservation. Dunod. Paris.

Programme des Nations unies pour l'environnement (2010), Êtes-vous un leader vert ? Les entreprises et la biodiversité : des arguments en faveur d'une solution durable, PNUE, Paris.

Purvis G, Bannon J W. 1992. Non-target effects of repeated methiocarb slug pellet application on carabid beetle (Coleoptera: Carabidae) activity in winter-sown cereals. Annals of Applied Biology 121(2): 401-422.

Quadra GR, de Souza HO, dos Santos Costa R, dos Santos Fernandez MA (2016) Do pharmaceuticals reach and affect the aquatic ecosystems in Brazil? A critical review of current studies in a developing country. Environ Sci Pollut Res 24(2):1–19.

Rapport national de l'état de l'environnement (2001). Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire.

Rehman S U, Browning H W, Nigg H N, Harrison J M. 2000. Increases in Florida red scale populations through pesticidal elimination of Aphytis holoxanthus Debach in Florida citrus. Biological Control 18(2): 87-93.

Sami Sayadi (2014) Assistance Technique Stratégie Nationale du Secteur des Biotechnologies Expert sectoriel « environnement », projet d'appui au système au système de recherche et innovation.

Schuld M, Schmuck R. 2000. Effects of thiacloprid, a new chloronicotinyl insecticide, on the egg parasitoid Trichogramma cacoeciae. Ecotoxicology 9(3): 197-205.

Sétra, 2003. Wildlife ant Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. Rapport COST 341 - Fragmentation des habitats due aux infrastructures de transport. Document édité par le Sétra dans la collection « les rapports ». Cette collection regroupe les rapports d'études, de recherche, d'expérimentation, d'expériences. http://www.setra.equipement.gouv.fr.

SPA/RAC - ONU Environnement/PAM, 2020. Prospection des côtes tunisiennes à la recherche des sites de nidification de la tortue marine. Par Jribi I., SPA/RAC, Projet MAVA Tortue Marine : 48p.

STEG, 2016. Évaluation avifaune et plan de protection aviaire. https://www.steg.com.tn/dwl/EIES_2016/EIES_francais/46575_STEG_V_Tunisie_5_Avifaune_FR.pdf.

Teyssèdre A, Couvet D. 2010. " Écologie et biodiversité : Des population aux socioécosystèmes". Editions Belin, 2010. France.

Tietjen W J, Cady A B. 2007. Sublethal exposure to a neurotoxic pesticide affects activity rhythms and patterns of four spider species. Journal of Arachnology 35(2): 396-406.

UICN: 2009. IUCN Red list threatened Species, IUCN Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK, 2009. http://www.iucnredlist.org.

Unal G, Jepson P C. 1991. The toxicity of aphicide residues to beneficial invertebrates in cereal crops. Annals of Applied Biology 118(3): 493-502.

Vickery J A, Tallowin J R, Feber R E, Asteraki E J, Atkinson P W, Fuller R J & Brown V K. 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. J. Appl. Ecol. p 38: 647-664.

Vidal, R. R. Hichem et K.Dhaou (2007). « Espace privé, espace public et espace vert. Les conditions de la construction d'une urbanité touristique sur le littoral tunisien », dans P. Duhamel et R. Knafou (ed.), Mondes urbains du Tourisme, Belin, Paris, p. 256-269.

Wilson E O. 1988. " Biodiversity". National Academy Press. Washington, D.C. 1988.

Zarai T. 2017. Les Pesticides à usage agricole en Tunisie « Cadre réglementaire & procédure d'homologation».

Zoebelein G. 1988. Long-term field studies about pesticide effects on ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae). Entomologia Generalis 13(3-4): 175-187.