

Etude des vulnérabilités aux changements climatiques de trois activités socio-économiques liées au milieu marin (pêche artisanale, plongée sous-marine & tourisme balnéaire) dans le territoire du Parc national de Port-Cros



Partenariat scientifique 2018 Contrat n°18-016 83400 PC





Mots clés

Changements climatiques, Parc national de Port-Cros, Pêche artisanale, Plongée, Tourisme balnéaire, Vulnérabilité, Sensibilité, Exposition, Capacité d'adaptation, Impacts potentiels, Aire marine protégée, Enquête de perception

Références du document

Réalisation scientifique :

Marie SINGER, chargée d'étude, diplômée de sciences politiques, spécialiste de l'action publique littorale, originaire de l'aire hyéroise

singer.marie@outlook.fr

Laure THIERRY DE VILLE D'AVRAY, chargée d'étude, docteur en écologie marine, ingénieur agronome, spécialiste de l'évaluation des services écosystémiques rendus par les habitats marins lauretva@gmail.com

Philippe ROSSELLO, ingénieur en analyse spatiale et prospective, spécialiste du climat, du changement climatique et de la qualité de l'air, coordinateur et co-animateur du GREC-SUD philippe.rossello@geographr.fr

Coordinatrice du partenariat à AIR Climat :

Aurore AUBAIL, docteur en océanologie biologique et environnement marin, coordinatrice d'AIR Climat.

aurore.aubail@air-climat.org

AIR Climat (Association pour l'Innovation et la Recherche au service du climat)

38 rue Sénac de Meilhan 13001 Marseille contacts@air-climat.org www.air-climat.org

SIRET: 523 701 944 00036

Coordinateurs du partenariat au Parc national de Port-Cros :

Clélia MOUSSAY, référente « Changement climatique »

clelia.moussay@portcros-parcnational.fr

Marion PEIRACHE, adjointe au chef de service « Connaissance du patrimoine »

marion.peirache@portcros-parcnational.fr

Parc national de Port-Cros

181 allée du Castel Sainte Claire BP 70220 83406 Hyères cedex port-cros@portcros-parcnational.fr

Pour citer ce document :

Singer M., Thierry de Ville d'Avray L., Rossello P, Aubail A. - AIR Climat (2018). Etude de vulnérabilité aux changements climatiques de trois activités socio-économiques liées au milieu marin (pêche artisanale, plongée sous-marine et tourisme balnéaire) dans le territoire du Parc national de Port-Cros. Partenariat scientifique 2018 avec le Parc national de Port-Cros. 191 pages.

Sigles utilisés

AA Aire d'adhésion (du Parc national de Port-Cros) ALADIN Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational AMA Aire marine adjacente (du Parc national de Port-Cros) AMP Aire marine protégée AR4 Assessment Report 4 (du GIEC) CESC Conseil économique, social et culturel (du Parc national de Port-Cros) CNRS Centre national de la recherche scientifique Cordex Coordinated Regional Downscaling Experiment: programme international coordonnant la production de projections climatiques régionales sur l'ensemble des régions continentales du globe CDPMEM Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Elevages Marins CRPMEM Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins Euro-Cordex Branche européenne du projet international Cordex GES Gaz à effet de serre GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat GREC-SUD Groupe Régional d'Experts du Climat de Provence-Alpes-Côte d'Azur IGN Institut national de l'information géographique et forestière INRA Institut national de la recherche agronomique IPSL Institut Pierre Simon Laplace LISDQS Logiciel d'interpolation statistique de données quantitatives et spatiales MNT Modèle numérique de terrain OGS Opération Grand Site ONERC Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique PACA Provence-Alpes-Côte d'Azur PCAET Plan Climat-Air-Energie-Territorial PNPC Parc national de Port-Cros RCP Representative Concentration Pathways RR Précipitations SAFRAN Système d'analyse fournissant des renseignements atmosphériques à la SIG Système d'information géographique SRES Special Report on Emissions Scenarios STD Écart-type ThéMA Théoriser et modéliser pour aménager Tmin, Tn Température minimale de l'air Tmax, Tx Température maximale de l'air Tmoy Température moyenne de l'air TPM Toulon Provence Méditerranée TT Température de l'air UICN Union internationale pour la conservation de la nature WRF Weather Research and Forecasting

Contrat n°18-016 83400 PC

INTRODUCTION	8
Preambule	8
CADRE GENERAL DE L'ETUDE	9
1 LE PARC NATIONAL DE PORT-CROS (PNPC)	g
2 L'ASSOCIATION AIR CLIMAT ET SON GREC-SUD	10
3 LE PROGRAMME EUROPEEN MPA-ADAPT	10
4 LES OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'ETUDE	11
5 LES SECTEURS D'ACTIVITE LIES AU MILIEU MARIN	12
5.1 La pêche artisanale	12
5.2 La plongée sous-marine	13
5.3 Le tourisme balnéaire	13
6 LE TERRITOIRE D'ETUDE	14
6.1 Périmètre et situation géographique	14
6.2 Cœurs de parc terrestre et marin	15
6.3 Aire d'adhésion	15
6.4 La Charte	16
7 LE CALENDRIER DE L'ETUDE	16
MATERIEL ET METHODE	17
Une methodologie fondee sur le concept de vulnerabilite	17
1 LE CONCEPT DE VULNERABILITE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	17
2 LE CADRE METHODOLOGIQUE GENERAL	19
	20
	21
·	21
·	23
	25
	26
	26
	26
·	26
•	26
·	27
	27
	28
•	28
·	28
•	29
·	29
5 ATELIER DE TRAVAIL AVEC DES ACTEURS DU TERRITOIRE	30
PROFIL CLIMATIQUE DU TERRITOIRE D'ETUDE	31
L'EVOLUTION DU CLIMAT A L'ECHELI E LOCALE	31
	31
	32
·	39
	40
ialisés	47
2.3 Liste des indicateurs modélisés locaux et spatialisés mis à disposition	48
	PREAMBULE CADRE GENERAL DE L'ETUDE LE PARC NATIONAL DE PORT-CROS (PNPC) LÉ PARC NATIONAL DE PORT-CROS (PNPC) LÉ PROGRAMME EUROPEEN MPA-ADAPT LES OBJECTIES PRINCIPAUX DE L'ÉTUDE LES SECTEURS D'ACTIVITÉ LIES AU MILIEU MARIN 1. La pêche artisanale 2. La plongée sous-marine 3. Le tourisme balnéaire LE TERRITOIRE D'ETUDE 1. Périmètre et situation géographique 2. Cœurs de parc terrestre et marin 3. Aire d'adhésion 4. La Charte LE CALENDRIER DE L'ETUDE MATERIEL ET METHODE UNE METHODOLOGIE FONDEE SUR LE CONCEPT DE VULNERABILITE LE CONCEPT DE VULNERABILITE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES LE CADRE METHODOLOGIQUE GENERAL LE CADRE METHODOLOGIQUE GENERAL LE CADRE METHODOLOGIQUE GENERAL LE CADRE METHODOLOGIQUE GENERAL LE CADRE METHODOLOGIQUE D'ANALYSE DU PROFIL CLIMATIQUE LES ETAPES-CLES DE L'ANALYSE DE VULNERABILITE APPLIQUEE 1. L'élaboration de chaînes d'impacts 3. Outils d'évaluation de la vulnérabilité : une sélection d'indicateurs LA COLLECTE DES DONNES RESSOURCES DOCUMENTAIRES E ENQUETE AUPRES DES USAGERS DU LITTORAL 1. Objectifs du questionnaire 2. Le public cible 3. La construction du questionnaire ENTRETIENS INDIVIDUELS AUPRES DES ACTEURS DU TERRITOIRE 1. Objectifs des entretiens 2. Choix des enquêtés et prise de contact 3. Constitution des grilles d'entretien ENTRETIENS INDIVIDUELS AUPRES DES ACTEURS DU TERRITOIRE PROFIL CLIMATIQUE DU TERRITOIRE D'ETUDE L'EVOLUTION DU CLIMAT A L'ECHELLE LOCALE INDICATEURS LOCAUX CLIMATIQUES MESURES 1. Indicateurs locaux mesurés du climat présent L'EVOLUTION DU CLIMAT A L'ÉCHELLE LOCALE INDICATEURS LOCAUX CLIMATIQUES MESURES 1. Indicateurs locaux mesurés du climat présent 2. ÉVOLUTION du climat à l'échelle régionale ces dernières décennies INDICATEURS LOCAUX MODELISES DU CLIMAT PRESENT ET FUTUR MÉTHODO DE CLIMAT QUE DU TERRITOIRE D'ETUDE L'EVOLUTION du climat à l'échelle régionale ces dernières décennies INDICATEURS LOCAUX MODELISES DU CLIMAT PRESENT ET FUTUR

4.1.2.4 4.1.2.5		50 59
	·	
4.1.2.6 4.1.2.7	•	70
4.1.2.7	Tendances climatiques futures à l'échelle régionale et élévation du niveau de la mer	71
<u>5</u> <u>PEI</u>	RCEPTION DES EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES PAR LES USAGERS DU LITTORA	L 77
5.1.1	PROFIL DES ENQUETES	77
5.1.2	PRATIQUES TOURISTIQUES	77
5.1.4	PERCEPTION DU LITTORAL DU PARC NATIONAL DE PORT-CROS	79
5.1.4.1		79
5.1.4.2	•	81
5.1.5	PERCEPTION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DE SES EFFETS POTENTIELS	81
5.1.5.1	· ·	84
5.1.5.2		84
5.1.5.3	Perception des enquêtés sur les pistes d'adaptation possibles	85
<u>6</u> <u>LA</u>	VULNERABILITE DU TOURISME BALNEAIRE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	87
	PRESENTATION DE L'ACTIVITE TOURISTIQUE SUR LE TERRITOIRE DU PARC NATIONAL DE PORT-CROS	87
6.1.1	DESCRIPTION DE L'ACTIVITE TOURISTIQUE	87
6.1.1.1	•	87
	Les principaux sites touristiques balnéaires du territoire d'étude	89
6.1.1.3	,	
6.1.2	LES PRINCIPAUX ENJEUX DU SECTEUR TOURISTIQUE SUR LE TERRITOIRE DU PNPC	95
6.1.2.1 6.1.2.2	, ,	95
	Enjeu : adapter le tourisme littoral aux changements climatiques EVALUATION DE LA VULNERABILITE	96 97
6.2.1	L'EXPOSITION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU TOURISME BALNEAIRE	97
6.2.1.1		97
6.2.1.2		99
6.2.1.3	, ,	100
6.2.1.4	•	103
6.2.2		106
6.2.2.1		106
	Les facteurs de capacité d'adaptation	110
6.2.3	·	115
6.2.3.1		115
6.2.3.2	·	122
6.3 S	TRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	125
<u>7 LA</u>	VULNERABILITE DE LA PLONGEE SOUS-MARINE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	129
7.1 L	'ACTIVITE SOCIO-ECONOMIQUE AU SEIN DU PARC NATIONAL DE PORT-CROS	129
7.1.1.1	Une activité importante pour l'économie locale	129
7.1.1.2		130
7.1.1.3	Gestion et réglementation	131
7.1.2	ENJEUX DU SECTEUR D'ACTIVITE DE PLONGEE SOUS-MARINE	132
7.1.2.1	La vulnérabilité économique des structures de plongée	132
7.1.2.2		132
7.1.2.3		
_	du milieu marin	132
7.1.4	L'EXPOSITION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DE L'ACTIVITE DE PLONGEE	133
7.1.4.1	Régime des vents, tempêtes	134

7.1.4.2 Hausse de la température de la mer, stratification des eaux, canicules marines	135
7.1.4.3 Acidification de la mer	136
7.1.4.4 Salinisation de la mer	136
7.1.4.5 Vagues de submersion, houle	137
7.1.4.6 Les effets des changements climatiques sur les écosystèmes marins pouvant impacte	er
l'activité de plongée sous-marine de loisir	137
7.1.5 LES FACTEURS DE SENSIBILITE ET DE CAPACITE D'ADAPTATION DE L'ACTIVITE DE PLONGEE SOUS-MARINI	139
7.1.5.1 Les facteurs de sensibilité	139
7.1.5.2 Les facteurs de capacité d'adaptation	143
7.1.6 EVALUATION DE LA VULNERABILITE DE L'ACTIVITE DE PLONGEE	145
7.1.6.1 Synthèse de la vulnérabilité et hiérarchisation des impacts	145
7.1.6.2 Indicateurs pour évaluer la vulnérabilité de la plongée	149
7.2 STRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	152
8 LA VULNERABILITE DE LA PECHE ARTISANALE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	154
8.1 PRESENTATION DE L'ACTIVITE DE PECHE ARTISANALE DANS LE TERRITOIRE D'ETUDE	154
8.1.1 DESCRIPTION DE L'ACTIVITE	154
8.1.1.1 La pêche aux petits métiers, emblématique du territoire d'étude	154
8.1.1.2 La flottille de pêche du territoire d'étude	154
8.1.1.3 Les techniques de pêches et les espèces pêchées	156
8.1.1.4 Organisation locale de la filière	158
8.1.1.5 Gouvernance et concertation	159
8.1.3 PROBLEMATIQUES ET ENJEUX DU SECTEUR DE PECHE	160
8.1.3.1 Une pression anthropique accrue sur la ressource halieutique	160
8.1.3.2 Difficultés liées à la pratique du métier de pêcheur-artisan	161
8.1.3.3 L'évolution du profil de la clientèle	162
8.1.3.4 Les conditions météorologiques : « c'est le temps qui dicte la pêche »	162
8.2 EVALUATION DE LA VULNERABILITE DE LA PECHE ARTISANALE	163
8.2.1 L'EXPOSITION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DE LA PECHE ARTISANALE	163
8.2.1.1 Les régimes des vents et événements de tempêtes8.2.1.2 Les fortes pluies	164 165
8.2.1.2 Les fortes pluies8.2.1.3 La température de la mer, les canicules marines, la profondeur de la thermocline	165
8.2.1.4 La salinité et les courants	166
8.2.1.5 L'élévation du niveau de la mer	167
8.2.1.6 L'acidification de la mer	167
8.2.1.7 Impacts sur les écosystèmes marins se répercutant sur l'activité de pêche artisanale	168
8.2.2 LES FACTEURS DE SENSIBILITE ET DE CAPACITE D'ADAPTATION DE L'ACTIVITE DE PECHE ARTISANALE	171
8.2.2.1 Les facteurs de sensibilité au risque de dégâts matériels	171
8.2.2.2 Les facteurs de capacité d'adaptation au risque de dégâts matériels	172
8.2.2.3 Un facteur de sensibilité à la diminution des possibilités de sortie	173
8.2.2.4 Les facteurs de sensibilité à l'évolution de la disponibilité des ressources	173
8.2.2.5 Les facteurs de capacité d'adaptation à l'évolution de la disponibilité des ressources	
8.2.3 EVALUATION DE LA VULNERABILITE DE L'ACTIVITE DE PECHE	177
8.2.3.1 Synthèse de la vulnérabilité et hiérarchisation des impacts	177
8.2.3.2 Indicateurs pour évaluer la vulnérabilité de la pêche artisanale	180
8.3 STRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	182
9 DISCUSSIONS ET CONCLUSION GENERALE	186

1 Introduction

1.1 Préambule

La température moyenne de la surface du globe a augmenté d'1°C par rapport à l'ère préindustrielle, et la dernière décennie est la plus chaude enregistrée depuis le milieu du XIXème siècle. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) juge extrêmement probable (à 98%) l'impact de l'homme sur le réchauffement de la planète à travers les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Les changements climatiques

Les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité pendant de longues périodes (généralement, pendant des décennies ou plus).

La Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son Article 1, définit « changements climatiques » comme étant des « changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ». La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les « changements climatiques » qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la « variabilité climatique » due à des causes naturelles.

GIEC

L'annonce faite lors de la COP 21 en 2015 de rester en dessous de 2°C à l'horizon 2100 correspond au scénario du GIEC le plus optimiste qui nécessite un effort très important de réduction des émissions avec une baisse très significative après 2020. Mais pour l'instant selon les promesses des gouvernements faites lors de cette même COP, en termes de réduction de GES, le réchauffement global de la planète devrait atteindre 3°C à 4°C en 2100. Le renforcement de l'effet de serre est à l'origine de changements climatiques importants : hausse des températures de l'air, modification du régime des précipitations, augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes extrêmes, etc.

Dans ce contexte, les régions nord-méditerranéennes sont particulièrement exposées. Situées au sud de la zone tempérée, elles risquent de glisser vers un régime sud-méditerranéen, plus chaud et plus sec, surtout l'été, avec une augmentation des températures conjuguée à une augmentation de la durée des périodes de sécheresse.

Les effets de l'augmentation des GES et des changements climatiques sur les mers et océans sont également très importants : hausse du niveau de la mer (le niveau de la mer pourrait augmenter de 85 cm d'ici à 2100), acidification de la mer (on estime que l'acidité a augmenté d'environ 30 % depuis le début de la révolution industrielle et qu'elle pourrait tripler d'ici 2100), hausse des températures de l'eau qui aurait vraisemblablement des conséquences plus rapides et plus dramatiques que l'acidification. Les études sont encore peu nombreuses sur les effets combinés (exemple : acidification + augmentation de la température, etc.) mais il est probable que cela accentue davantage les impacts des changements climatiques.

En région méditerranéenne, la variabilité spatiale et temporelle des conditions climatiques, océaniques et hydrologiques est forte. Par sa situation entre climat tempéré des latitudes moyennes et climat plus chaud et sec de l'Afrique du Nord, par le fait qu'elle soit une mer semi-fermée entourée de montagnes et de régions littorales très urbanisées, la Méditerranée est reconnue comme l'une des régions au monde les plus sensibles aux changements climatiques.

Ces changements, extrêmement rapides, auront sans aucun doute des effets néfastes sur les écosystèmes et les activités socio-économiques, d'autant plus importants si les sociétés ne se sont pas préparées. Ainsi, anticiper les aléas selon les territoires, évaluer la vulnérabilité des sociétés humaines face à ces derniers, puis prendre des mesures d'adaptation capables d'évoluer au fur et à mesure de l'évolution des techniques et connaissances humaines, représentent des enjeux majeurs pour nos sociétés modernes. Pour définir une stratégie d'adaptation pertinente, il est nécessaire de comprendre non seulement les impacts potentiels des changements climatiques sur les ressources et leurs usages, mais aussi d'analyser l'ensemble des facteurs de vulnérabilité des territoires et leur exposition, leur sensibilité sans oublier la perception sociale du changement qui sera soit un frein soit un atout dans la mise en place des politiques d'adaptation.

Cette étude a pour objectif d'évaluer les vulnérabilités des activités socio-économiques liées au milieu marin (la pêche, la plongée et le tourisme balnéaire en général) dans le territoire du Parc national de Port-Cros (cœurs, aire marine adjacente (AMA), aire d'adhésion (AA)).

1.2 Cadre général de l'étude

La présente étude est menée sur la base d'un partenariat entre le Parc national de Port-Cros et AIR Climat dans le cadre du programme européen MPA-ADAPT.

1.2.1 Le Parc national de Port-Cros (PNPC)

Créé le 14 décembre 1963, le Parc national, dont les cœurs Port-Cros et Porquerolles occupent 1700 ha de terres émergées et 2900 ha de surfaces marines, est le plus ancien parc marin en Europe et en France.

Le Parc national de Port-Cros est un pionnier des aires marines protégées (AMP) françaises et européennes. Plongée, pêche professionnelle et de plaisance, et activités nautiques sont gérées dans un espace restreint au bénéfice de la biodiversité marine. Le tout fait l'objet de suivis scientifiques et un observatoire a été conçu comme un outil d'aide à la décision et à la gestion des territoires marins suivis du Parc.

Les AMP méditerranéennes sont des outils au service d'une gestion durable du milieu marin et des espaces littoraux. En intégrant tous les acteurs impliqués, elles se définissent comme un espace délimité qui répond à un objectif de protection de la nature à long terme, non exclusif d'un développement économique maîtrisé, pour lequel des mesures de gestion sont définies et mises en œuvre. Elles jouent un rôle important dans la fourniture de services écosystémiques, l'atténuation des impacts des changements climatiques et l'augmentation de la résilience écologique et socio-économique de la biodiversité et des communautés côtières environnantes.

1.2.2 L'association AIR Climat et son GREC-SUD

L'Association pour l'Innovation et la Recherche au service du Climat (AIR Climat) a pour rôle de contribuer à la prise de conscience des enjeux climatiques et aider à la mise en œuvre de nouvelles solutions pour y répondre, notamment par la recherche et l'innovation.

L'association a pour objet :

- le développement et le soutien des activités d'innovation et de recherche dans le domaine du développement durable et de l'environnement, en particulier sur les questions relatives à l'énergie et au climat ;
- la mobilisation, l'éducation, l'information et la formation des acteurs ;
- l'accompagnement des acteurs ;
- l'organisation de campagnes et de mobilisation de l'opinion publique sur les thématiques liées au développement durable ;
- la participation de membres ou partenaires extérieurs aux événements politiques, techniques et scientifiques.

L'un des projets majeurs de l'association est l'animation du Groupe régional d'experts sur le climat en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD) présenté précédemment. Depuis 2015, l'Association AIR Climat porte et pilote le Groupe régional d'experts sur le climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD) qui a vocation à centraliser, transcrire et partager la connaissance scientifique sur les changements climatiques en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. L'objectif de ce groupe d'experts de près de 300 chercheurs est ainsi d'identifier les enjeux et d'aider les acteurs (décideurs et gestionnaires) à orienter leurs actions et politiques publiques. A ce titre, il réunit la communauté scientifique afin de transférer le savoir et crée des interactions avec l'ensemble des acteurs du territoire régional.

1.2.3 Le programme européen MPA-ADAPT

Le projet MPA-ADAPT a pour objectif d'accompagner les aires marines protégées de la côte méditerranéenne dans leur stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Pour cela, il vise à renforcer les capacités des gestionnaires d'AMP et des collectivités locales dans ce domaine, et à sensibiliser sur le rôle que peuvent jouer les AMP pour améliorer la résilience des territoires face à cette problématique (cf. Figure 1).

Au sein des cinq aires marines protégées partenaires (AMPs de Portofino, des îles Pelages, Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio, Parc national de Brijuni, Parc national de Port-Cros) et des collaborateurs scientifiques (CSIC, ISPRA, IUCN Med), plusieurs actions sont mises en œuvre : la préparation d'un plan d'adaptation aux changements climatiques, l'intégration d'une approche « climat » dans les suivis scientifiques, des évaluations de la vulnérabilité de la biodiversité et des activités socio-économiques, ainsi que des activités de sensibilisation du public. Des séminaires de formation entre les partenaires permettent quant à eux d'adopter une approche commune, d'échanger sur les méthodes de travail et de renforcer les capacités des cinq AMP. L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a pour rôle de guider les AMP méditerranéennes face aux effets des changements climatiques en renforçant notamment la résilience et l'adaptation. Elle est partenaire du programme MPA-ADAPT et propose, entre autres, des méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité qui seront utilisées dans le cadre de cette étude.

AIR Climat participe aux travaux de ce projet européen. Il se focalisera sur l'analyse de la vulnérabilité des activités socio-économiques, principalement la pêche, la plongée et le tourisme balnéaire, aux changements climatiques.



Figure 1 : Plaquette de présentation du présentation du programme MPA-ADAPT sur le territoire du PNPC

1.2.4 Les objectifs principaux de l'étude

Les objectifs généraux de l'étude sont les suivants :

- améliorer nos **connaissances sur les impacts potentiels** des changements climatiques sur les activités liées au milieu marin ;
- mettre en relation et mieux comprendre les liens existants entre changements climatiques
 évolutions écologiques impacts/répercussions socio-économiques;
- élaborer/ proposer des **pistes d'actions** pour anticiper et s'adapter aux impacts probables des changements climatiques.

Les résultats de l'étude présentés dans ce rapport sont les suivants :

- une analyse du profil climatique à l'échelle du territoire d'étude et les projections climatiques à horizons 2026-2045 et 2046-2065 ;
- une analyse de la perception sociale des impacts des changements climatiques sur trois activités socio-économiques liées au milieu marin (pêche artisanale, plongée sous-marine et tourisme balnéaire);
- une analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques (exposition, sensibilité et capacité d'adaptation) des trois activités socio-économiques.

1.2.5 Les secteurs d'activité liés au milieu marin

1.2.5.1 La pêche artisanale

(GREC-SUD: Francour P., Lepetit A., 2017; Blanchard et al., 2006)

Activité socio-économique de grande ampleur, la pêche est l'activité humaine liée au milieu marin la plus partagée par les communautés humaines côtières de la planète. Il faut cependant distinguer la pêche industrielle et la pêche artisanale, dite aussi « pêche aux petits métiers ». La première est plus développée technologiquement et suppose le recours à de grands navires et une véritable stratégie d'investissements financiers. La pêche artisanale en revanche est une activité liée aux traditions locales, opérée par des petits bateaux côtiers, gérée au niveau familial ou par de petites coopératives, dont les produits sont généralement consommés localement.



Figure 2 : Pêcheurs sur le territoire du Parc national de Port-Cros (photo : C. Drouard, PNPC)

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, compte tenu de l'étroitesse du plateau continental, la pêche industrielle est quasiabsente. De tous temps, les pêcheurs ont utilisé des bateaux de taille réduite, pour pêcher en zone littorale (à moins de 100 m de fond le plus souvent), s'adaptant au gré des saisons et des lieux selon l'état des ressources. Cette pêche ne vise pas un stock en particulier, mais de nombreuses espèces, contrairement à la pêche industrielle qui rentabilise ses prises quel que soit l'impact écologique et le devenir des espèces ciblées. La pêche traditionnelle

de subsistance est, par essence, durable : si une proie vient à manquer ou à se raréfier, le pêcheur traditionnel en change.

Les travaux récents sur la pêche artisanale en Méditerranée ont montré sans ambiguïté que ces pratiques sont parfaitement compatibles avec les politiques de protection de l'environnement, comme les aires marines protégées. Par exemple, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Parc national de Port-Cros (cf. Figure 2) est l'un des sites du littoral qui compte les plus riches peuplements de poissons, alors que la pêche artisanale y est autorisée (mais les arts traînants interdits).

Le réchauffement favorisera a priori les espèces à affinité chaude, via la reproduction ou encore la migration et/ou l'extension vers le nord du bassin méditerranéen des aires de répartition des populations, et affectera les processus biologiques et les réseaux trophiques. La structuration spatiale de la diversité pourrait donc évoluer au cours des trois prochaines décennies en lien avec le réchauffement climatique mais également l'impact de la pêche. Or une variation dans les peuplements, l'aire de distribution ou les effectifs des poissons pourrait avoir des impacts économiques importants pour le secteur de la pêche professionnelle si les espèces sont moins intéressantes commercialement ou moins capturables.

1.2.5.2 La plongée sous-marine

(GREC-SUD: Féral J.-P., 2017)

Les écosystèmes côtiers sont souvent les principaux fournisseurs de services essentiels au maintien de l'offre touristique, notamment en ce qui concerne la plongée sous-marine.



Les îles d'Hyères dont Port-Cros offrent ainsi de nombreux sites de plongée parmi les plus beaux de Méditerranée et sont très prisés des plongeurs en période estivale (cf. Figure 3).

Figure 3 : Plongeurs sous-marins dans le Parc national de Port-Cros (photo : C. Gerardin, PNPC)

Une érosion ou modification de la biodiversité faunistique et floristique sous-marine sur le long terme pourrait toutefois avoir des répercussions importantes sur l'activité de plongée sous-marine. Le blanchiment voire la disparition des gorgones sur le long terme, une forte diminution des Cystoseires, une altération des herbiers de posidonies, l'explosion des méduses *Pelagia noctiluca*, l'invasivité d'espèces exotiques ou espèces toxiques tel que le poisson-lapin, sont autant d'impacts à long terme des changements climatiques sur le monde sous-marin, pouvant entraîner une diminution de la fréquentation des clubs de plongée dans les zones concernées. Dans le Parc national de Port-Cros, la prolifération des algues filamenteuses est par exemple observée sur les gorgones, a priori en lien avec l'augmentation de la température.

1.2.5.3 Le tourisme balnéaire

Comptant parmi les plus importantes destinations touristiques au monde, la Méditerranée est fortement exposée au réchauffement climatique et le tourisme balnéaire (les activités nautiques dont la plaisance, plage, plongée, la restauration, les hébergements...) qui représente un rôle majeur dans l'économie locale avec emplois directs et indirects, est particulièrement vulnérable (cf. Figure 4).



Figure 4 : Tourisme balnéaire sur le Parc national de Port-Cros, PNPC (photo : C .Drouard, PNPC)

1.2.6 Le territoire d'étude

1.2.6.1 Périmètre et situation géographique

L'aire d'adhésion du Parc national s'étend depuis juin 2016 sur cinq communes situées entre La Garde à l'ouest et Ramatuelle à l'est. Le Parc national concerne potentiellement onze communes du littoral varois. On y distingue trois entités (cf.Figure 5) :

- les cœurs de Parc national
 - côté terre : l'île de Port-Cros, les îlots de la Gabinière et de Bagaud et les espaces de l'île de Porquerolles (1 681 ha) qui correspondent aux territoires terrestres appartenant à l'État, à l'exception du village, de certains espaces techniques, des zones agricoles et de la route de contournement du village ;
 - côté mer: une bande marine de 600 m autour des deux îles et de leurs îlots à l'exception pour Porquerolles du chenal d'accès au port (2 940 ha);
- l'aire d'adhésion des espaces des communes de La Garde, Le Pradet, Hyères-les-Palmiers, La Croix-Valmer et Ramatuelle figurant sur la carte ci-dessus ;
- une aire maritime adjacente (118 745 ha), équivalant en mer de l'aire d'adhésion. Elle reste sous la juridiction du Préfet maritime, mais le Parc national peut y développer des projets avec les acteurs du milieu marin (pêcheurs, plaisanciers, etc.) L'Aire maritime adjacente débute à la côte, de la limite de rivage des communes classées en aire potentielle d'adhésion et s'étend au large à 3 milles marins au sud des îles d'Or.

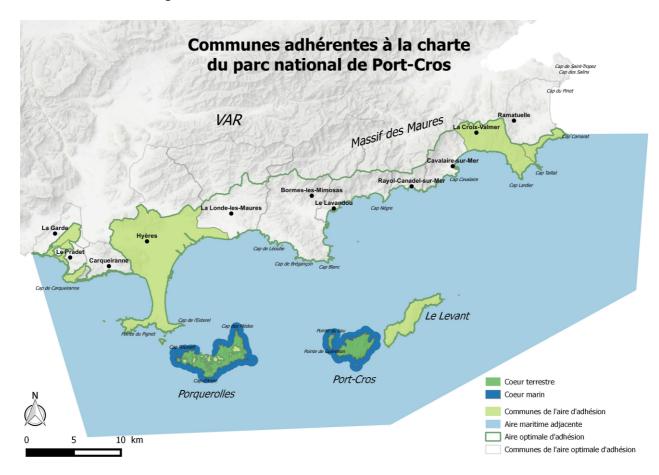


Figure 5 : Le territoire du Parc national de Port-Cros depuis juin 2016 (source : PNPC)

1.2.6.2 Cœurs de parc terrestre et marin

Port-Cros, Porquerolles et le Levant constituent **l'archipel des îles d'Or**. Géologiquement rattaché au massif des Maures, il en a été isolé par la montée progressive du niveau de la mer après la fonte des glaces, il y a quelques 20 000 ans.

Deux cœurs, sur les îles de Porquerolles et de Port-Cros, bénéficient d'un haut niveau de protection compte tenu du caractère exceptionnel de leurs sites et de la présence de nombreuses espèces protégées :

- Le cœur terrestre du Parc est constitué de l'île de Port-Cros, des îlots de la Gabinière et de Bagaud et des espaces de l'île de Porquerolles (1 681 ha) qui correspondent aux territoires terrestres appartenant à l'État, à l'exception du village, de certains espaces techniques, des zones agricoles et de la route de contournement du village. Escale privilégiée des oiseaux migrateurs, le territoire abrite 144 espèces d'oiseaux (dont 40 espèces nicheuses comme l'aigle botté, le goéland Leucophée, le faucon pèlerin, le puffin de la méditerranée, etc.) et quelques espèces terrestres endémiques comme le discoglosse sarde (petit batracien) et le phyllodactyle d'Europe -reptile en voie de régression. Les espèces végétales terrestres (plus de 600 au total) s'accommodent des sols siliceux et du sel des embruns.
- Le cœur marin du Parc correspond quant à lui à une bande marine de 600 m autour des deux îles et de leurs îlots à l'exception pour Porquerolles du chenal d'accès au port (2 940 ha). Le milieu marin tire son originalité de ses paysages sous-marins endémiques à la Méditerranée : l'herbier de posidonie et le coralligène habités par plus de 180 espèces de poissons et de nombreux invertébrés. Enfin, 500 espèces d'algues sont dénombrées.

1.2.6.3 Aire d'adhésion

L'aire d'adhésion regroupe à ce jour les espaces de **cinq communes** de La Garde, Le Pradet, Hyères-les-Palmiers, La Croix-Valmer et Ramatuelle sur les onze potentielles. Selon des données de l'INSEE (2016), le nombre d'habitants sur le territoire du Parc (cœurs de Parc et AA) est ainsi de 98 223¹. Le littoral de ces cinq communes est remarquable par la diversité de ses paysages et la richesse de la faune et de la flore.

La commune d'Hyères, sur laquelle se trouve le Parc, se compose ainsi d'une partie continentale, d'un archipel insulaire et d'une presqu'île « ni tout à fait continent, ni tout à fait île ». Ces trois grands ensembles lui confèrent une diversité paysagère exceptionnelle. Hyères est globalement la commune du Var la plus riche en milieux naturels et l'une des plus riches de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur : elle couvre les plus vastes herbiers de posidonies de France, dispose de grands sites pour les oiseaux et est composée d'une mosaïque d'écosystèmes imbriqués (différentes typologies de forêt, maquis à chêne vert, dunes, zones humides et salins). A ce titre, plusieurs sites naturels sont classés en plus du PNPC, inscrits ou en zones Natura 2000 et quarante Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) terrestres, géologiques et marines sont recensées sur le territoire. De plus, le double tombolo de Giens est une curiosité unique au monde dont sa formation remonte à plusieurs millions d'années. La presqu'île de Giens, située sur la commune de Hyères, bénéficie de l'assistance technique du Parc national en partenariat avec le

La Garde: 25 236; Le Pradet: 10 027; Hyères: 55 772; Ramatuelle: 2 077; La Croix-Valmer: 3 798;

Nombre d'habitants dans les communes qui bordent l'AMA:

 $Carqueiranne: 9\ 846 \ ; La\ Londe-les-Maures: 10\ 235 \ ; Bormes-les-Mimosas: 7\ 982 \ ; Le\ Lavandou: 5\ 759 \ ; Le\ Rayol-Canadel-Lavandou: 10\ 235 \ ; Le\ Lavandou: 10\$

sur-Mer: 717; Cavalaire: 7270

¹ Nombre d'habitants dans les communes de l'AA :

Conservatoire du Littoral. De même, le Parc national gère le Cap Lardier situé sur la commune de la Croix-Valmer.

1.2.6.4 La Charte

Afin de proposer une politique de protection, d'aménagement et de développement durable cohérente sur le territoire du Parc, l'Etablissement s'appuie sur un document cadre, la charte, d'une durée de validité de 15 ans (Décret n°2015-1824 du 30 décembre 2015 portant approbation de la charte du Parc national de Port-Cros). Fruit d'un travail collectif entre tous les acteurs du territoire, elle s'articule autour de six ambitions communes aux cœurs, à l'AA et à l'AMA:

- Ambition 1 : préserver et mettre en valeur le patrimoine naturel, culturel et paysager littoral, maritime et insulaire du Parc national ;
- Ambition 2 : préserver la biodiversité et les fonctions des milieux naturels terrestres et marins ;
- Ambition 3 : soutenir un développement local durable, valorisant les potentialités du territoire et respectant ses capacités ;
- Ambition 4 : promouvoir un aménagement durable et une mobilité apaisée ;
- Ambition 5 : préparer l'avenir en investissant sur la recherche, l'innovation et l'éducation au développement durable et en anticipant les évolutions du territoire ;
- Ambition 6 : développer une approche intégrée terre/mer par une coopération renforcée, une articulation des outils et une solidarité d'action entre acteurs.

Quelques éléments relatifs aux changements climatiques ont été pris en compte dans la charte ainsi que dans sa première déclinaison opérationnelle, le programme triennal d'actions 2017-2019.

1.2.7 Le calendrier de l'étude

Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Début 2019
Réunion de lancement ²						
	Construction d méthodologie	le la				
		Elaboration des ir des chaînes d'imp				
		Diffusion question	nnaire à destination			
				Entretiens individ	duels	
					Réunion intermédiaire	
					Evaluation des vulnérabilités	
						Restitution

٠

² Compte-rendu de la réunion de lancement du 4 juillet 2018 disponible en Annexe 1

2 Matériel et Méthode

2.1 Une méthodologie fondée sur le concept de vulnérabilité

2.1.1 Le concept de vulnérabilité face aux changements climatiques

Le concept de « vulnérabilité » aide à appréhender les relations de causes à effets entre les changements climatiques et ses impacts sur les personnes, les secteurs économiques et les systèmes socio-écologiques. Il existe plusieurs définitions de la vulnérabilité face aux changements climatiques. Cette étude repose sur la définition la plus largement utilisée issue du quatrième rapport d'évaluation du GIEC (appelé « AR4 » pour « Assessment Report 4 »)³. Elle présente quatre composantes de la vulnérabilité : l'exposition, la sensibilité, l'impact potentiel et la capacité d'adaptation (cf. Figure 6).

La vulnérabilité face aux changements climatiques

Degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation.

Parry et al., 2007 (AR4 du GIEC)

L'évaluation de la vulnérabilité d'un territoire ou d'un secteur d'activité débute par l'observation des principaux paramètres climatiques qui évoluent à l'échelle globale (températures de l'air, régime des précipitations...) et l'identification des principaux aléas climatiques, qui, par la modification de ces paramètres, peuvent survenir à l'échelle locale. Tout ceci conditionne l'exposition climatique du territoire. La vulnérabilité d'un territoire relève donc de facteurs climatiques mais elle relève aussi et surtout de facteurs non-climatiques qui vont participer à rendre plus sensible le territoire selon ses caractéristiques, les activités pratiquées etc. Ces facteurs vont donc venir aggraver les impacts liés au climat : il s'agit de la sensibilité. C'est la combinaison de l'exposition et de la sensibilité qui va déterminer l'impact potentiel généré par les changements climatiques. Enfin, cet impact peut être atténué par des facteurs de capacité d'adaptation qui regroupent également tous les éléments qui permettent de mieux faire-face aux conséquences. L'évaluation de la vulnérabilité consiste donc à identifier les facteurs de ces quatre composantes et estimer dans la mesure du possible leurs degrés d'intensité et leurs évolutions potentielles.

La vulnérabilité n'est pas une caractéristique mesurable d'un système, comme peuvent l'être la température, les précipitations ou la production agricole. Il s'agit d'un concept qui traduit

_

³ Il est à noter que le GIEC a opéré un glissement conceptuel en 2014, lors de son Cinquième rapport d'évaluation (AR5). Le concept de vulnérabilité a été remplacé par celui de « risque » d'impacts du changement climatique, entendu comme le résultat de l'interaction de la vulnérabilité (sensibilité et capacité d'adaptation) et des aléas (exposition). Cela n'a pas d'incident spécifique sur la méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité et/ou de risque climatique.

l'interaction complexe de plusieurs facteurs qui vont déterminer la sensibilité d'un système aux effets des changements climatiques. Cependant, il n'existe pas de règle établie définissant les facteurs qui doivent être considérés ni de méthode pour les quantifier. C'est pourquoi nous parlons « d'évaluer » ou « d'analyser » plutôt que de « mesurer » la vulnérabilité.

Dans cette étude, l'analyse de la vulnérabilité sera basée sur la formule de la vulnérabilité proposée par l'UICN :

Vulnérabilité = (exposition + sensibilité) - capacité d'adaptation

L'exposition

L'exposition est la seule des quatre composantes de la vulnérabilité qui est directement liée aux conditions météorologiques et climatiques. Les facteurs d'exposition qui incluent les événements extrêmes se déclinent par variable : la température maximale par exemple ou encore les phénomènes associés comme la canicule. La « température » est mesurée et analysée afin de dégager des tendances climatiques basées sur des séries de données longues. Pour dégager une normale, 30 ans d'historique sont nécessaires (des tendances peuvent être dégagées dès 20 ans). Les évènements extrêmes de type canicule, sécheresse ou pluies intenses sont analysés en fonction de leur intensité et leur occurrence. Le stress climatique peut s'exprimer de manière brève et violente ou au contraire de manière continue sur une période longue. L'exposition est ainsi déterminée par les paramètres climatiques (c'est-à-dire au caractère, à l'ampleur et au rythme de l'évolution et de la variabilité climatique) et par les aléas (phénomène naturel dont l'occurrence peut avoir un impact sur les systèmes humains et/ou naturels).

Kerstin et al., 2015

La sensibilité

La sensibilité est très spécifique du système étudié ou territoire. Elle consiste en l'ensemble des caractéristiques du système qui affecte son niveau d'exposition au changement climatique. Des exemples types de facteurs de sensibilité d'un territoire sont la topographie, la couverture de sol. Des exemples de facteurs de sensibilité d'un secteur d'activité sont le caractère saisonnier, le degré de dépendance au milieu et les techniques pratiquées.

Kerstin et al., 2015

L'impact potentiel

L'impact potentiel du changement climatique est la résultante de la combinaison de l'exposition et de la sensibilité. Par exemple des épisodes de forte pluie (exposition) conjugués avec des pentes abruptes et des sols sensibles à l'érosion (sensibilité) se traduiront par une érosion (impact potentiel).

Kerstin et al., 2015

La capacité d'adaptation

C'est la capacité d'un système à s'adapter au changement climatique (y compris aux variations et aux extrêmes climatiques) afin d'atténuer des effets négatifs potentiels, d'exploiter les opportunités ou de faire face aux conséquences.

Parry et al., 2007 (AR4 du GIEC)

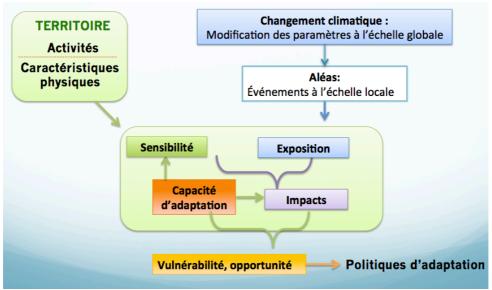


Figure 6 : Les composantes de la vulnérabilité (source : CGDD, 2012)

2.1.2 Le cadre méthodologique général

L'analyse de vulnérabilité porte sur trois secteurs d'activité littorale et maritime (la pêche artisanale, la plongée sous-marine et le tourisme balnéaire) sur le territoire du Parc national de Port-Cros aux horizons 2026-2045 et 2046-2065.

À partir du cadre conceptuel, un cadre méthodologique de travail spécifique a été défini (cf. Figure 7), basé sur les deux approches « top-down & bottom-up » (Dessai et Hulme, 2004) et « biophysique & sociale » (Brooks, 2003). La méthodologie choisie est donc en accord avec la définition du GIEC (version AR4) et avec la définition générale de l'UICN.

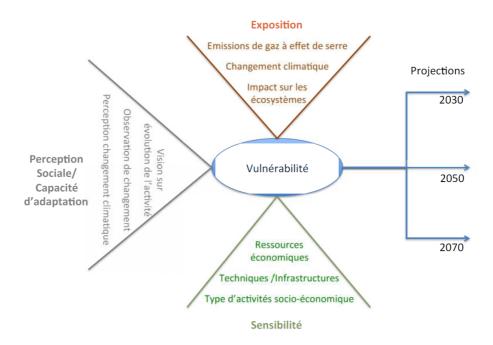


Figure 7 : Cadre méthodologique d'évaluation de la vulnérabilité

Elle s'appuie principalement sur les recommandations formulées par Kerstin *et al.*, 2015 et a été affinée par la lecture des six méthodologies de travail recommandées par l'IUCN Med (coordinateur scientifique du programme européen MPA-ADAPT), plus spécifiques aux secteurs de pêche, de plongée et/ou du tourisme balnéaire :

- « Community Social Vulnerability Index », NOAA, Jepson et Colburn, 2013;
- « NOAA fish stocks vulnerability assessment », Morrison et al., 2015;
- « Climate Vulnerability & Capacity Analysis (CVCA) », Dazé et al., 2009;
- « A framework for vulnerability assessment of coastal fisheries ecosystems to climate change, Tool for understanding resilience of fisheries (VA-TURF) », Mamauag et al., 2013
- « A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism », Moreno et Becken, 2009;
- « The vulnerability of beach tourism to climate change an index approach », Perch-Nielsen, 2010.

Ces méthodologies sont présentées en annexe 2.

2.1.3 Le cadre méthodologique d'analyse du profil climatique

La réalisation du profil climatique et l'analyse des projections climatiques à l'échelle territoriale sont à mener en amont de l'évaluation de la vulnérabilité.

Le profil climatique, incluant une série d'indicateurs issus de la publithèque de Météo-France et de ClimatHD, porte principalement sur la période sur la période 1981-2010. Des températures de l'air au vent, en passant par les précipitations, le contexte climatique est passé au crible. Les résultats sont présentés sous forme de chiffres clés, de tableaux synthétiques et de graphiques.

En complément, un lot de données cartographiques a été produit à partir de la récente base de données climatiques régionales du bureau d'étude GeographR. Des cartes à haute résolution spatiale sont mises à disposition (climat présent, 1996-2015) :

- températures minimales, maximales et moyennes de l'air (100 m de résolution spatiale) ;
- cumuls moyens des précipitations au pas mensuel, saisonnier et annuel (1000 m de résolution spatiale).

Les projections climatiques se basent sur les résultats des modèles régionaux Euro-Cordex disponibles sur le portail DRIAS. Les incertitudes sont mises en avant par quantile et scénario socio-économique (RCP 4.5 et 8.5). Les horizons futurs sont les horizons 2035, 2055 et 2085.

La méthodologie est détaillée dans la partie "Profil climatique".

2.1.4 Les étapes-clés de l'analyse de vulnérabilité appliquée

L'analyse de vulnérabilité a consisté en plusieurs étapes présentées dans les paragraphes suivants :

- l'étude du contexte (diagnostic);
- l'identification des facteurs d'exposition et de sensibilité, les impacts résultants et les capacités d'adaptation (chaînes d'impacts);
- la hiérarchisation des impacts (matrice de vulnérabilité);
- la proposition d'indicateurs d'évaluation de la vulnérabilité.

2.1.4.1 L'élaboration de chaînes d'impacts

Les effets des changements climatiques peuvent former une chaîne d'impacts plus ou moins directs (par ex. l'érosion comme impact direct, la baisse des rendements et la perte de revenus comme impacts indirects) qui s'étend de la sphère biophysique à la sphère sociale (cf. Figure 8). Selon le système étudié, il est possible que la dépendance directe à l'égard des ressources naturelles signifie que le lien entre les impacts biophysiques du changement climatique et les activités humaines et le bien-être des populations est particulièrement étroit (Kerstin et al., 2015).

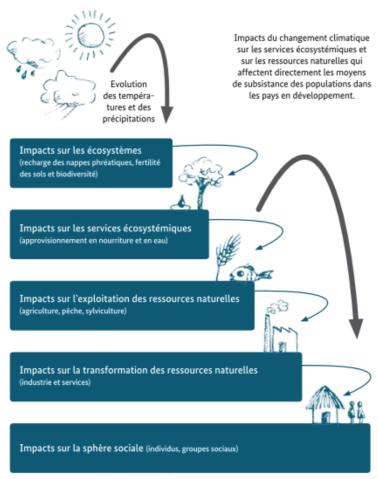


Figure 8 : Chaîne d'impacts des changements climatiques sur les ressources naturelles et les moyens de subsistance (source: Adelphi/EURAC, 2014)

Une chaîne d'impacts est un schéma présentant l'ensemble des facteurs de vulnérabilité face aux changements climatiques. Elle peut s'appliquer à un territoire ou à un secteur d'activité.

Nous avons choisi de représenter les chaînes d'impacts en disposant les impacts (en jaune) comme sur un graphe avec en ordonnée les facteurs d'exposition (en bleu) et en abscisse les facteurs de sensibilité (en vert). Les facteurs de capacités d'adaptation (en orange) sont directement reliés à des facteurs de sensibilité. Lorsqu'il nous a paru nécessaire de détailler les impacts intermédiaires affectant les écosystèmes pour éclairer les impacts socio-économiques directs, nous les avons également représentés (en bleu clair). C'est particulièrement le cas pour les secteurs d'activité de pêche et de plongée car ces deux activités sont très dépendantes des écosystèmes. La

Figure 9 présente le modèle de chaîne d'impacts que nous avons conçu et appliqué.

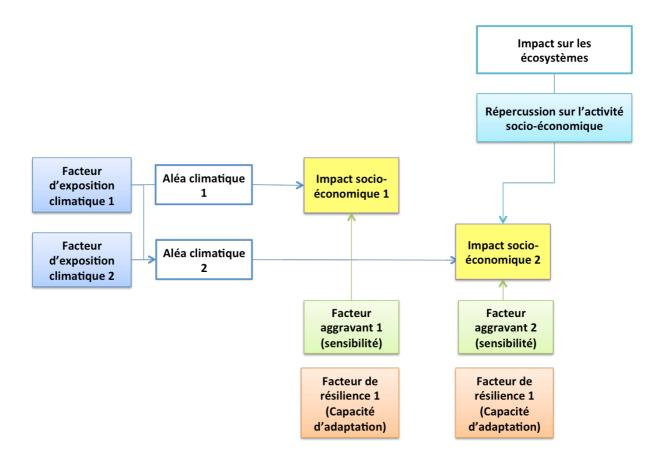


Figure 9 : Modèle de chaîne d'impacts conçu et appliqué dans cette étude

2.1.4.2 Hiérarchisation des impacts : la matrice de vulnérabilité

A partir du travail d'identification des impacts avérés et potentiels générés par l'exposition de l'activité socio-économique aux changements climatiques et par les facteurs de sensibilité de l'activité, l'évaluation de la vulnérabilité nécessite ensuite un travail de hiérarchisation des impacts observés ou supposés.

A cette fin, nous avons élaboré un barème de notation des impacts afin d'obtenir une note d'exposition et une note de sensibilité pour chaque impact. Les impacts ont ensuite été disposés dans une matrice selon leur note de sensibilité en abscisse et leur note d'exposition en ordonnée.

Les notes ont été attribuées à dires d'experts et sont basées sur les informations collectées à travers les entretiens individuels, la littérature et l'organisation d'un atelier de travail (cf.

Figure 10). L'ensemble des données collectées est analysé au prisme de la littérature scientifique existante sur les impacts. La notation étant un exercice semi-quantitatif, voire qualitatif, elle présente nécessairement un caractère subjectif. Néanmoins, l'exercice de notation est un moyen de hiérarchiser au mieux les impacts d'après l'ensemble des connaissances disponibles. Un indice de confiance et de fiabilité de la notation a également été attribué afin d'apporter un éclairage supplémentaire à cette évaluation et l'état actuel des connaissances.



Figure 10 : Travail de hiérarchisation des impacts lors de l'atelier de travail organisé à Hyères le 5 décembre 2018 (photo : A. Aubail, AIR Climat)

Les impacts ont ensuite été hiérarchisés en additionnant les scores attribués aux facteurs climatiques et non climatiques, les impacts prioritaires étant donc ceux pour lesquels le score total est le plus élevé. Il s'agit bien entendu d'un premier travail d'analyse « à dire d'experts » qui pourra être modifié et précisé dans le cadre des suites données à cette première étude de vulnérabilité.

Grille d'évaluation des facteurs d'exposition

Quelle est l'occurrence de l'exposition liée aux changements climatiques ?

La note d'exposition a été attribuée selon ce barème :

- -1: amélioration de l'exposition aux changements climatiques
- 0 : exposition nulle aux changements climatiques
- 1 : exposition légère aux changements climatiques (occurrence ponctuelle des aléas)
- 2 : exposition moyenne aux changements climatiques (occurrence régulière des aléas)
- 3 : exposition forte aux changements climatiques (occurrence forte des aléas)

Un indice de confiance a été attribué à cette note d'exposition selon le lien de cause à effet entre l'impact et des facteurs ou aléas climatiques :

- 1 : hypothèses sur l'exposition
- 2: doute sur l'exposition
- 3 : exposition certaine et avérée

Grille d'évaluation des facteurs de sensibilité et de capacité d'adaptation

La note de sensibilité est la somme des notes attribuées aux critères suivants :

La gravité : quel est le niveau de gravité de l'impact sur l'activité ?

- 0 : non affecté
- 1: affecté
- 2 : sévèrement affecté

L'urgence : dans quelle mesure l'impact est-il certain et nécessite une urgence dans l'intervention ?

- 0: impact lointain ou incertain
- 1 : impact déjà palpable
- 2: impact palpable et fort

L'extension : l'impact est-il étendu géographiquement sur le territoire et affecte-t-il l'ensemble de l'activité ?

- 1 : sensibilité localisée, restreinte
- 2 : sensibilité étendue, partagée

La capacité d'adaptation : dans quelle mesure l'activité est-elle résiliente face à l'impact ?

- -1 : pas besoin de s'adapter ou forte capacité d'adaptation
- 0 : en mesure de s'adapter si les actions nécessaires sont mises en place, en faisant face à quelques obstacles
- 1 : incapacité de s'adapter sans une nette amélioration des moyens/techniques/dispositions/...

Un indice de confiance a été attribué à cette note de sensibilité selon la fiabilité des données existant sur ces critères d'évaluation :

- 1 : fiabilité faible
- 2 : fiabilité moyenne
- 3 : fiabilité forte

2.1.4.3 Outils d'évaluation de la vulnérabilité : une sélection d'indicateurs

Dans le cadre de cette étude de vulnérabilité, un premier travail d'identification et de sélection d'indicateurs a été fourni afin de pouvoir mieux évaluer les impacts des changements climatiques sur les trois secteurs d'activité et faciliter la prise de décision.

Il y a souvent confusion entre les termes « variable », « métrique » et « indicateur ». L'indicateur est un outil donnant une indication sur l'interprétation d'une évolution d'un facteur. Sa construction est donc un objectif complexe et ambitieux. En effet, l'indicateur doit permettre d'identifier instantanément si un seuil de tolérance est franchi ou non. Ainsi, définir un indicateur implique d'identifier des valeurs seuils qui détermineront l'interprétation de la valeur de l'indicateur observée. La construction des valeurs seuils se base sur l'objectif d'utilisation de l'indicateur : aide à la décision pour la gestion, comparaison des niveaux d'impacts sur différents sites, etc. En pratique, l'identification des valeurs seuils nécessite d'avoir un jeu de données suffisamment robustes pour s'affranchir du « bruit ».

Dans le cadre de cette étude, le jeu de données existant et/ou disponible, a contraint à travailler plutôt sur des variables ou des métriques que sur des indicateurs. La construction d'indicateurs nécessitera de mettre en place des collectes de données régulières pour obtenir des séries temporelles fiables à analyser. A défaut de ces données, nous avons réfléchi à des indicateurs qui seraient pertinents et réalistes et pour lesquels une collecte de données pourrait être mise en place prochainement. Des propositions d'indicateurs ont été soumises aux experts interviewés lors des entretiens et des ateliers afin d'évaluer leur pertinence et leur réalisme c'est-à-dire la possibilité d'obtenir les données dans un délai raisonnable à coût acceptable.

Les caractéristiques d'un bon indicateur sont (Kerstin et al., 2015) :

- valable et pertinent ;
- fiable et crédible ;
- pratique et abordable financièrement (source de données accessible);
- résolution temporelle et spatiale;
- sens précis : les parties prenantes sont d'accord sur ce que l'indicateur mesure dans le contexte de l'analyse de vulnérabilité ;
- sens clair de son évolution : une augmentation de sa valeur est clairement positive ou négative par rapport au facteur et à la composante de vulnérabilité.

Variable, métrique, indicateur

La variable est la mesure sur laquelle se base l'indicateur, par ex. le nombre de pêcheurs ou l'abondance estimée par comptages visuels.

Les métriques correspondantes seraient le nombre de chasseurs sous-marins par jour dans un périmètre défini et l'abondance d'une espèce-cible estimée par comptages visuels. Ces métriques deviennent des indicateurs lorsqu'elles sont accompagnées d'une grille d'interprétation et d'un protocole qui détermine leur précision et leur justesse.

Un indicateur est une quantité (peut être quantitative ou semi-quantitative) mesurable directement ou calculable indirectement à partir de données de terrain, et dont l'interprétation permet d'établir un diagnostic sur un effet étudié.

Ifremer

2.2 La collecte des données

2.2.1 Ressources documentaires

Une analyse documentaire a été réalisée pour commencer à identifier les impacts des changements climatiques sur les trois secteurs d'activité étudiés et /ou sur le territoire d'étude.

Les types de documents étudiés sont :

- des articles de presse : issus du journal local Var-Matin principalement ;
- des documents produits par le Parc national de Port-Cros spécifiques au tourisme et/ou aux variables étudiées : *Scientific reports of Port-Cros National Park* sur les thématiques de capacité de charge du territoire, de fréquentation touristique, d'enjeux paysagers, etc. ;
- les documents issus de la Charte du PNPC : rapport d'état des lieux, rapport d'évaluation environnementale, Charte, etc. ;
- les règlements des prud'homies de pêcheurs, les chartes du Parc de pêche professionnelle et de plongée sous-marine ;
- des documents de planification territoriale : Plan local d'urbanisme (PLU), Schéma de cohérence territoriale (SCoT) ;
- des documents de prévention et de gestion des risques: Plan communal de sauvegarde (PCS), Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), Porter à connaissance de l'Etat (PAC), Plan de prévention des risques inondations / littoraux (PPRI/PPRL), etc.;
- des documents d'adaptation aux changements climatiques : Plan Climat Air-Énergie Territorial (PCAET), PCET (Hyères), etc. ;
- des documents de promotion touristique et de développement touristique sur le territoire : brochures, chiffres touristiques, document sur les stratégies touristiques etc. ;
- des bases de données existantes sur le territoire : Prométhée (Incendie), Propluvia (sécheresse), Bountîles (usages dans le Parc national de Port-Cros), Georisques, etc.

2.2.2 Enquête auprès des usagers du littoral

Un questionnaire a été réalisé et diffusé entre septembre et novembre 2018 afin de connaître la perception du changement climatique des usagers du littoral sur le territoire du Parc national de Port-Cros. Le questionnaire est disponible en Annexe 3.

2.2.2.1 Objectifs du questionnaire

Les objectifs du questionnaire sont les suivants :

- connaître les pratiques balnéaires des usagers du littoral, leur rapport au littoral et au Parc national de Port-Cros;
- connaître la perception des enquêtés sur le changement climatique, les potentiels effets sur leurs activités balnéaires;
- esquisser des pistes d'adaptation aux évolutions climatiques.

2.2.2.2 Le public cible

Ce questionnaire s'adresse aux personnes qui vivent/ont séjourné sur le territoire du Parc national de Port-Cros (cœurs de Parc, AMA, AA) et qui y ont pratiqué des activités de loisirs sur le littoral

et/ou en mer. Les usagers du littoral sont regroupés en trois catégories : les vacanciers, les résidents permanents, les résidents secondaires.

Le territoire délimité pour le questionnaire comprend :

- Les îles d'Hyères (Porquerolles, Port-Cros, Le Levant);
- Les communes de Hyères, La Garde, Le Pradet, La Croix-Valmer, Ramatuelle ;
- La bande littorale et l'espace maritime entre La Garde et Ramatuelle.

2.2.2.3 La construction du questionnaire

Le questionnaire a été réalisé à partir de documents fournis par le programme européen MPA-ADAPT et suite à un travail bibliographique. Il a été validé par des experts issus du GREC-SUD et du Parc national de Port-Cros.

Le questionnaire est composé de 25 questions (33 avec les sous-questions conditionnelles) hors annexe. Il comporte deux annexes spécifiques aux activités de pêche de loisir et de plaisance et à l'activité de plongée sous-marine. Le temps de passation est entre 10 et 25 min. Plusieurs types de questions sont utilisées : fermées uniques, fermées multiples ou ordinales. Des questions ouvertes permettent également aux enquêtés de partager des impressions plus précises voire des anecdotes riches d'enseignements empiriques.

2.2.2.4 Lieu et mode de diffusion

Les questionnaires ont été transmis via différents modes (cf.Figure 11) :

- rencontre des usagers directement sur divers sites balnéaires ;
- diffusion dans les sites touristiques, les offices de tourisme, les clubs nautiques, les clubs de plongée ;
- diffusion du questionnaire en ligne via le logiciel en ligne ©Framaforms.

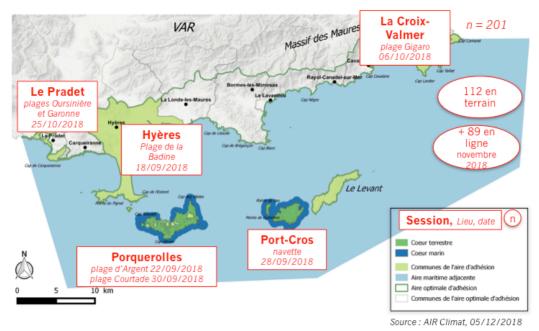


Figure 11 : Lieu de diffusion du questionnaire à destination des usagers du littoral sur le territoire du PNPC, AIR Climat, 2018

2.2.3 Entretiens individuels auprès des acteurs du territoire

Des entretiens sociologiques ont été menés auprès des acteurs du territoire en novembre et décembre 2018.

2.2.3.1 Objectifs des entretiens

Les objectifs des entretiens étaient les suivants :

- recueillir la perception du changement climatique des acteurs du territoire;
- affiner l'analyse de vulnérabilité ;
- identifier des indicateurs/variables qui pourraient être suivis afin de mesurer les effets des changements climatiques sur le secteur d'activité.

Plus précisément, il s'agissait de recueillir des informations sur :

- les observations sur les milieux et les écosystèmes marins et côtiers : évolution des peuplements d'espèces locales, observations de nouvelles espèces ; évolution des paysages ;
- les impacts avérés et potentiels des changements climatiques terrestres et marins du littoral
 description des impacts positifs et/ou négatifs générés par l'évolution des paysages terrestres, côtiers et marins et par les conditions météorologiques, lien établi ou non avec le changement climatique;
- les facteurs de sensibilité : identifier les contraintes, les attentes des usagers et les menaces pesant sur l'activité ;
- les facteurs de capacités d'adaptation : diversification des activités, évolution des périodes d'activité, culture du risque et de l'adaptation, mesures de gestion en lien avec le Parc proposée via les chartes, mesures de prévention et de gestion des risques, mesures de régulation des usages, etc.

2.2.3.2 Choix des enquêtés et prise de contact

La sélection des personnes enquêtées devait permettre de recueillir des informations précises, de qualité et suffisamment nombreuses pour pouvoir croiser les données. Ce choix a été réalisé en concertation avec le Parc national de Port-Cros.

Les candidats aux entretiens individuels ont été choisis pour répondre aux critères suivants :

- être un acteur du territoire expert de l'une des trois activités socio-économiques étudiées (pêche artisanale, plongée sous-marine ou tourisme balnéaire) ou avoir une expertise du territoire liée avec le changement climatique ou la gestion des risques induits;
- avoir une expérience longue du territoire pour être en mesure de témoigner d'évolutions.

Les profils ciblés furent les suivants :

- représentants des collectivités territoriales adhérentes du Parc national de Port-Cros;
- représentants des activités de loisirs balnéaires, d'offices de tourisme ;
- représentants de structures d'hébergement ;
- plongeurs-gérants de structures de plongée ;
- premiers prud'hommes, pêcheurs-artisans actifs;
- experts sur les changements climatiques et/ou sur des évolutions des écosystèmes naturels ou socio-économiques du territoire.

L'ensemble des personnes entretenues devait aussi représenter autant que possible les différents secteurs géographiques du territoire d'étude, des niveaux de collaboration avec le Parc plus ou

moins forts et la diversité des activités pratiquées sur le territoire (e.g. diversité des métiers de pêche, diversité des loisirs balnéaires).

Une trentaine de personnes ont été sollicitées. Toutes n'ont pas pu répondre favorablement pour des contraintes de disponibilité principalement.

La représentativité des trois secteurs d'activité étudiés est relativement équilibrée : cinq plongeursgérants de structures de plongée, cinq pêcheurs-artisans, six représentants de professionnels du tourisme et/ou d'usagers, quatre représentants d'institutions publiques (collectivités territoriales, gestionnaire de milieux protégés), quatre chercheurs apportant une expertise complémentaire. La liste des personnes enquêtées est située en Annexe 4.

2.2.3.3 Constitution des grilles d'entretien

Les grilles d'entretien (cf. Annexe 5) ont été constituées dans un souci de répondre aux objectifs poursuivis. Les questions ont été élaborées de manière à ce qu'elles restent ouvertes afin de générer une discussion avec la personne enquêtée sans influencer ses réponses.

Pour chacun des entretiens menés, une grille a été réalisée afin qu'elle soit adaptée à la fonction et à l'activité de la personne enquêtée.

Lors de l'entretien les thèmes suivants ont été abordés dans cet ordre :

- brève présentation de l'étude ;
- présentation de l'enquêté, de sa structure et de son activité;
- description sur le territoire et enjeux sur le territoire ;
- enjeux et menaces sur le secteur d'activité ;
- évolutions des conditions météorologiques ressenties ;
- impacts des conditions météorologiques observées sur l'activité;
- observations des changements sur les paysages et les écosystèmes ;
- répercussions socio-économiques sur les secteurs d'activité ;
- mesures d'adaptation actuelles et envisageables.

Lors des entretiens avec les pêcheurs-artisans, nous avons également remplis les questionnaires issus du programme MPA-ADAPT dans lequel s'inscrit cette étude. Ces questionnaires, dont un que nous avons traduit en langue française (cf. Annexe 6), comportaient des données exclusivement portées sur l'apparition et/ou l'installation d'espèces méridionales.

2.2.3.4 Enquêtés et déroulé des entretiens

Au total, 25 entretiens approfondis ont été réalisés en novembre et décembre 2018. Chaque entretien a duré environ 1h et a fait l'objet d'un enregistrement, d'une retranscription intégrale et d'une analyse. Treize entretiens ont été réalisés par téléphone et douze en physique.

2.2.5 Atelier de travail avec des acteurs du territoire

Un atelier de travail a été réalisé le 5 décembre 2018 à Hyères sur une demi-journée avec des acteurs du territoire représentant institutionnels, associations, universitaires et professionnels des secteurs de la pêche, de la plongée et du tourisme (cf. compte-rendu en Annexe 7).

Les objectifs de cet atelier de travail étaient de :

- présenter les premiers résultats d'exposition aux changements climatiques (profil climatique, projections climatiques, observations/perceptions des usagers du littoral issues de l'enquête);
- confronter le pré-diagnostic de vulnérabilité réalisé au regard des personnes expertes de leur territoire afin qu'elles puissent l'enrichir et/ou le valider.

Les chaînes d'impacts ont ainsi été présentées et ont servi de base de travail pour faire interagir les participants. Deux sessions de travail en groupe pour chaque secteur d'activité ont été menées : l'une dédiée à la priorisation des impacts, l'autre dédiée à la sélection de variables et d'indicateurs pertinents (cf. Figure 12).



Figure 12 : Groupe de travail "tourisme balnéaire" sur la sélection d'indicateurs pertinents (photo : A.Aubail, AIR Climat)

4 Profil climatique du territoire d'étude

4.1 L'évolution du climat à l'échelle locale

Face au défi du changement climatique, le Parc national de Port-Cros a exprimé le besoin de connaître le profil climatique de son territoire à la fois terrestre et maritime. Si les mesures météo sur terre sont multiples, il n'en est pas de même en mer où les enregistrements sont très limités. Pour mieux saisir les caractéristiques climatiques et appréhender le contexte territorial, une série d'indicateurs locaux et spatialisés sont proposés.

4.1.1 Indicateurs locaux climatiques mesurés

Situé sur le littoral varois, entre mer et terre, le Parc national de Port-Cros (PNPC) présente un profil climatique atypique. Le contexte géographique de son territoire lui confère un triple caractère : insulaire, continental et maritime. Les surfaces terrestres, par leur relative faible étendue et leur modeste dénivelé, ne sont pas marquées par un contraste climatique saisissant, dans le sens où le climat local n'est pas sensiblement altéré par la distance à la mer ou l'altitude par exemple, même si ces propos sont à nuancer (§4.1.1.1). Tout le territoire du PNPC, qui inclut les îles d'Or (Port-Cros, Porquerolles et Levant) et une franche littorale s'étirant de la commune du Pradet à Ramatuelle est sous l'influence d'un climat méditerranéen maritime qui sévit en maître, apportant sa douceur, mais aussi ses excès. Le relief est peu tourmenté sur ce secteur : les îles d'Or sont dans le prolongement du massif des Maures, mais seuls des chaînons de collines ne dépassant pas 200 m d'altitude (Fortin de la Vigie : 199 m d'alt. sur l'île de Port-Cros) et des falaises tranchent avec la surface plane de la mer. Le littoral est généralement plat ou peu accidenté, à l'exception du nordnord-est du périmètre de l'aire optimale d'adhésion du PNPC situé sur les contreforts du massif des Maures, de Bormes-les-Mimosas à Cavalaire-sur-Mer, où l'altitude peut dépasser 400 m d'altitude (528 m, Les Pradels). Sur de courtes distances (environ 3 km), l'altitude peut ainsi passer de 0 à 400 m d'altitude et plus. Il faut toutefois insister sur le caractère très marin du PNPC car les surfaces terrestres sont minoritaires, malgré leur riche faune et flore, si prise en compte de l'aire maritime adjacente. En l'absence de stations météo en mer, les mesures météo définissent plutôt un climat terrestre sous influence maritime.

Le PNPC bénéficie donc d'un climat typiquement méditerranéen, avec des hivers relativement doux, une période estivale caractérisée par de faibles pluies et des températures de l'air élevées, un fort apport radiatif solaire saisonnier et annuel... Ces caractères généraux ne doivent pas masquer la variabilité interannuelle très marquée du climat méditerranéen, les extrêmes climatiques comme les précipitations intenses, la sécheresse, les canicules... La proximité immédiate de la mer a une influence importante car elle tempère les températures froides en hiver et chaudes en été, et apporte une certaine humidité dont ne bénéficient pas les territoires de l'arrière-pays varois par exemple. La mer joue ainsi un rôle majeur, notamment lors des épisodes de pluies de type méditerranéen ou « cévenol » en automne durant lesquels les conditions sont réunies (circulation atmosphérique dynamique avec fronts froids en altitude, température de la mer encore tiède pour la saison, cyclogénèse avec advection d'air chaud et humide dans les basses couches de l'atmosphère...) pour provoquer d'intenses précipitations susceptibles de générer des inondations parfois dramatiques. Il faut noter que la température de surface de la mer Méditerranée descend à 12°C minimum en hiver et grimpe à plus de 25°C au cœur de l'été, ce qui explique son rôle majeur : amplitude thermique limitée en hiver et en été, humidité, contraste de la température entre les

surfaces maritimes et terrestres à l'origine des brises thermiques quotidiennes, etc. Le vent est également une variable météorologique et climatique importante à considérer. En effet, les brises marines balaient l'atmosphère du territoire, mais aussi des vents de nord, est ou ouest selon les conditions météo et flux atmosphériques.

La répartition de la population sur le territoire du PNPC est très inégale et hétérogène : entre les espaces urbains et périurbains (Hyères, Le Lavandou) et naturels (réserve naturelle de l'île de Bagaud par exemple), le contraste de densité de population est saisissant. On passe d'espaces habités attractifs et dynamiques à des espaces vides protégés. La pluralité des impacts du changement climatique rend l'évaluation de la vulnérabilité du territoire du PNPC plus complexe.

4.1.1.1 Indicateurs locaux mesurés du climat présent

Pour définir les principaux caractères du climat actuel du Parc national de Port-Cros, les données extraites de la publithèque de Météo-France ont été exploitées. Aucune station météo n'est implantée en mer, mais cinq stations donnent des indications locales sur le climat : Hyères-les-Palmiers⁴, Hyères-plage⁵ (même si la période de référence n'est pas identique), Cap-Camarat⁶ (commune de Ramatuelle), île de Porquerolles⁷, île du Levant⁸. Deux stations en bordure du PNPC sont également retenues pour compléter l'approche : Bormes-les-Mimosas et Toulon 10. Ces sept stations météo sont situées dans des contextes physico-environnementaux différents : la première est installée sur la base aéronautique navale d'Hyères-le-Palyvestre; la deuxième au sud-est de la ville d'Hyères-les-Palmiers en périphérie de la zone urbaine ; la troisième, comme son nom l'indique, au Cap Camarat à proximité du sémaphore ; la quatrième sur la partie centre-est de l'île de Porquerolles proche du sémaphore ; la cinquième au centre de l'île du Levant à proximité du poste de commandement des tirs de la Direction générale de l'armement (DGA); la sixième à proximité immédiate de la forêt domaniale du massif des Maures et de parcelles viticoles (lieu-dit : Les Caunes); la dernière au cœur de l'espace métropolitain Toulon-Provence-Méditerranée, mais à proximité de la mer (pointe de Pipady). Ces stations se situent à des altitudes et des distances à la mer différentes, et sont partiellement représentatives des différents microclimats qui composent le territoire du PNPC. Les stations de Porquerolles et du Levant sont toutes deux implantées dans un environnement insulaire : le climat local est donc très fortement influencé par la mer. Les contextes urbains à proprement dit ne sont pas représentés, sauf celui de Toulon. À noter : plus de 50 km séparent les limites ouest et est de l'aire d'adhésion du PNPC.

Les indicateurs climatiques suivants se concentrent sur les températures minimales moyennes sur la période de référence 1981-2010 (Tableau 1) pour toutes les stations, soit une normale de 30 ans, à l'exception d'Hyères-plage dont les chiffres reposent sur la période 1997-2009, ce qui représente un historique insuffisant, mais qui a été analysé à titre indicatif (données en italique) :

⁴ ID 83069001: 1,5 km de la mer (distance approximative), 2 m d'altitude

⁵ ID 83069016 : 2,2 km de la mer, 9 m d'alt.

⁶ ID 83101001, altitude : 350 m de la mer, 107 m d'alt.

 $^{^{7}}$ ID 83069002, altitude : 630 m de la mer, 137 m d'alt.

⁸ ID 83069003, altitude : 590 m de la mer, **118 m** d'alt. ⁹ ID 83019002, altitude : 5,4 km de la mer, 88 m d'alt.

 $^{^{\}rm 10}$ ID : 83137001, altitude : 100 m de la mer, 23 m d'alt.

Station/période	J	F	М	Α	М	J	J	Α	S	0	N	D	Н	Р	E	Α	An
Hyères	4,4	4,3	6,3	8,4	11,9	15,3	17,8	17,8	15,2	12,5	8,4	5,5	4,5	8,9	17,0	12,0	10,7
Hyères-plage	3,6	3,5	5,6	8,1	12,2	15,1	17,1	17,3	14,3	11,8	7,2	4,4	3,8	8,6	16,5	11,1	10,1
Cap-Camarat	6,9	6,6	8,2	10,1	13,8	17,3	20,1	20,4	17,5	14,5	10,3	7,7	7,1	10,7	19,3	14,1	12,8
île de Porquerolles	7,2	6,8	8,5	10,2	13,8	17,0	19,7	20,1	17,5	14,6	10,4	8,0	7,3	10,8	18,9	14,2	12,8
île du Levant	7,5	7,2	8,7	10,3	13,8	17,0	19,9	20,2	17,6	14,9	11,0	8,6	7,8	10,9	19,0	14,5	13,1
Bormes-les-Mimosas	1,5	1,5	3,7	6,0	9,3	12,7	15,1	15,3	12,4	9,9	5,4	2,7	1,9	6,3	14,4	9,2	8,0
Toulon	6,2	6,3	8,2	10,1	13,6	17,0	19,7	19,8	16,9	14,1	9,8	7,2	6,6	10,6	18,8	13,6	12,4

H: hiver (décembre-février) P: printemps (mars-mai) E: été (juin-août)

A: automne (septembre-novembre)

An: an

Les stations météo présentent des valeurs moyennes de températures minimales relativement distinctes. La température moyenne annuelle à Hyères-plage est la plus basse : en hiver, par exemple, la moyenne à Hyères-plage est inférieure de 4°C par rapport à la station de l'île du Levant, ce qui est considérable. En été, l'écart se réduit à 2,8°C entre Hyères-plage et Cap Camarat. Si on se réfère à des périodes de référence similaires (1981-2010), Hyères reste un poste météo plus frais que les autres stations malgré sa courte distance qui le sépare de la mer. Cap Camarat, les îles de Porquerolles et du Levant présentent un profil climatique assez similaire (Figure 13), Cap Camarat bénéficiant des températures minimales moyennes les plus élevées (sauf pendant la période estivale).

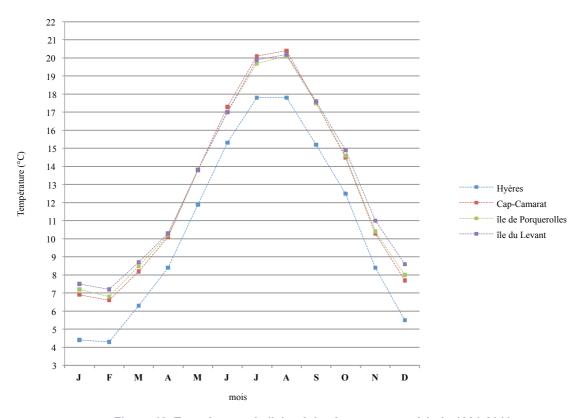


Figure 13. Température de l'air minimale moyenne, période 1981-2010

(Source des données : Météo-France)

L'influence et la proximité de la mer sont des facteurs de différenciation importants. Malgré leur modeste retrait à l'intérieur des terres, les stations d'Hyères et Hyères-plage connaissent des températures minimales plus faibles car le refroidissement est plus intense la nuit. L'influence directe de la mer, même si la brise de terre prend régulièrement le dessus pendant la nuit, joue un rôle déterminant : de manière schématique, plus la distance à la mer est grande, plus la température

minimale a tendance à baisser car les surfaces maritimes se refroidissent moins vite que les surfaces terrestres, ce qui se traduit également par une amplitude thermique plus faible en bord de la mer. Les hivers sont très doux, en particulier à Cap Camarat et sur les îles où la température minimale moyenne est supérieure à 7°C. Le mois le plus froid est février quand la température de la mer Méditerranée est la plus froide. En milieu insulaire et à Cap Camarat, la douceur est également manifeste en été: en effet, les températures minimales moyennes sont proches ou dépassent 20°C, seuil à partir duquel les nuits sont considérées comme « tropicales ». Le cas le plus marqué est Cap Camarat qui est sous l'influence maritime, mais aussi continentale. Ce seuil de 20°C combiné à l'humidité de l'air due à la proximité de la mer constitue un marqueur particulièrement sensible pour le confort des habitants, d'autant plus dans un contexte de changement climatique. Ces 50 dernières années, les nuits tropicales ont tendance à se multiplier sur la Côte d'Azur : à Nice, par exemple, elles ont quadruplé: dans les années 60, on comptait environ 15 nuits tropicales en moyenne par an contre 60 aujourd'hui. En 2003, année de forte canicule, Nice a subi près de 80 nuits tropicales. La situation est similaire sur le littoral du PNPC avec un accroissement des nuits tropicales. De manière générale, l'automne reste une saison très douce avec une moyenne supérieure à 14°C en milieu insulaire et à Cap Camarat.

En marge du périmètre du PNPC, les stations de Bormes-les-Mimosas et Toulon présentent des profils différents. La position des stations explique ces écarts : à Toulon, l'effet de fond de l'îlot de chaleur urbain¹¹ et de la mer est plus important la nuit qu'à Hyères par exemple. Il est difficile de comparer la situation toulonnaise avec celles des autres postes qui sont peu influencés par l'urbanisation. La station de Toulon se rapproche des valeurs de Cap Camarat alors que leur position géographique et leur contexte environnemental sont différents. Bormes-les-Mimosas est la station la plus éloignée de la mer, sous l'influence du climat du massif des Maures. En moyenne, la température minimale est inférieure de 5,1°C par rapport à l'île du Levant. Le refroidissement nocturne y est nettement plus marqué. Le constat est le même à Hyères, même si l'écart est moindre (-2,7°C).

Pour rappel, les mesures de Météo-France sont standardisées (série de contraintes respectée : capteurs installés sur un sol enherbé, distance minimale aux bâtiments les plus proches...). Vu l'historique récent et la tendance climatique actuelle, les températures d'Hyères-plage devraient être légèrement plus faibles, puisque les années entre 1981 et 1996 sont globalement plus fraîches qu'entre 1997 et 2009.

Le nombre de jours de gel est limité à Cap Camarat et sur les îles, mais aussi à Toulon : il n'excède pas en moyenne 1,9 jour par an. L'île du Levant subit en moyenne seulement 0,7 jour par an de gel. Dès que l'on s'éloigne de la mer, ce nombre croît : 9,7 jours à Hyères, 20,9 jours à Hyères-plage et 51,3 jours à Bormes-les-Mimosas. Ce constat montre que les disparités sont très importantes sur de courtes distances. En l'espace de quelques kilomètres, les conditions de gel changent de manière radicale. Les températures inférieures à -5°C restent exceptionnelles au niveau des sept postes : seul celui de Bormes-les-Mimosas compte 5,4 jours par an durant lesquels la température est inférieure ou égale à -5°C. En milieu insulaire et à Cap Camarat, le nombre moyen atteint 0,1 par an. Cela n'empêche pas des coups de froid marqués avec des températures minimales absolues basses : -8,2°C sur l'île du Levant (1986), -9°C à Toulon (1956), -10°C à Porquerolles et Cap Camarat (1956), -11°C à Hyères (1985), -12,6°C à Bormes-les-Mimosas (1985). Globalement, les records de froid mensuels sont majoritairement antérieurs à 1990. Pour Hyères-plage, vu la profondeur de

¹¹ Concentration des activités humaines (transport, chauffage, usines...) et surfaces artificialisées absorbant plus de calories solaires (énergie restituée sous forme de rayonnement infrarouge qui réchauffe l'air la nuit) que les surfaces végétalisées...

l'historique des données, le record est plus récent (-7,3°C à Hyères-plage en 2005), mais ne doit pas être retenu comme valeur de référence.

Malgré les disparités et les extrêmes froids, la douceur méditerranéenne caractérise la température minimale moyenne du PNPC.

Pour les températures maximales moyennes, la situation est un peu plus complexe (Tableau 2). Les écarts entre les stations sont de manière générale moins prononcés par rapport à la température minimale. Hyères-plage est la station la plus chaude avec des températures moyennes en été supérieure de 3,1°C par rapport à l'île du Levant. Malgré le faible éloignement de la mer, à Hyèresplage, la température maximale moyenne atteint 29,8°C. La période de référence plus récente, la non-proximité immédiate de la mer et le contexte environnemental (influence des espaces urbanisés par exemple) peuvent expliquer cette température très élevée. À Hyères, la température moyenne perd déjà 2,6°C. À Cap Camarat et sur les îles, la température maximale moyenne oscille entre 26,7 et 27,3°C. En automne, la température maximale moyenne est partout supérieure à 20°C. L'île du Levant est le secteur le plus frais : l'insularité et l'éloignement du continent expliquent ce phénomène. L'île de Porquerolles étant plus proche des côtes continentales, la température est légèrement supérieure. La météo locale ressemble davantage à Cap Camarat, voire Hyères. Les printemps et étés restent très doux. Sur les températures maximales, les valeurs maximales des stations de Toulon et de Bormes-les-Mimosas sont très proches, bien que leur environnement soit très différent. De manière générale, ces deux postes enregistrent des températures plus élevés qu'ailleurs, à l'exception d'Hyères-plage. L'îlot de chaleur urbain tempéré localement par les brises marines (par rapport à l'intérieur des terres) à Toulon et l'éloignement de la mer à Bormes-les-Mimosas expliquent cette répartition des températures. Durant le printemps, l'été (principalement) et le début de l'automne, les effets de l'îlot de chaleur potentiellement modérés à fort de la métropole Toulon-Provence-Méditerranée sont probablement les plus significatifs, car au niveau du poste de Toulon situé à proximité de la mer, les températures sont plus élevées qu'à Hyères. Les zones urbaines doivent s'échauffer dans la journée dès le printemps et jusqu'en octobre, et ce malgré des phénomènes locaux comme les brises de mer par exemple qui pénètrent dans l'espace urbain selon leur intensité et la rugosité des surfaces bâties. En fin d'automne et en hiver, l'îlot de chaleur joue moins son rôle, dans la mesure où les surfaces urbaines et minérales s'échauffent faiblement. Durant cette période, la fraîcheur de la mer ne contribue pas à réchauffer l'atmosphère en cours de journée.

L'amplitude thermique diurne est de l'ordre de 8°C en été à Cap Camarat et sur les îles, ce qui est faible, tandis qu'elle est nettement plus forte à Hyères-plage et Bormes-les-Mimosas (respectivement 13,3 et 14,5°C). Une nouvelle fois, l'influence de la mer est capitale, sachant que les nuits sont tièdes au bord de la mer durant la période estivale, la mer présentant une forte inertie thermique.

Ces premières analyses cachent la complexité des mécanismes climatiques locaux avec l'influence des vents dominants, de la végétation (évapotranspiration), des variables physico-environnementales... Pour mieux comprendre les processus locaux, il serait utile de déployer un système de mesures plus représentatif de l'occupation des sols, notamment en zones urbaines et périurbaines afin de connaître les gradients de températures en fonction du contexte local.

Tableau 2. Températures maximales moyennes de l'air en °C

Station/période	J	F	М	Α	М	J	J	Α	S	0	N	D	Н	P	E	Α	An
Hyères	13,1	13,4	15,5	17,4	21,3	25,1	28,2	28,4	25,0	21,0	16,6	13,9	13,5	18,1	27,2	20,9	19,9
Hyères-plage	14,1	15,0	17,2	19,6	24,0	28,3	30,4	30,6	26,5	22,3	17,6	14,6	14,6	20,3	29,8	22,1	21,7
Cap-Camarat	12,8	13,2	15,3	17,1	20,9	24,6	28,0	28,5	24,9	20,7	16,2	13,5	13,2	17,8	27,0	20,6	19,6
île de Porquerolles	12,9	13,1	15,5	17,4	21,6	25,3	28,2	28,5	25,3	21,0	16,2	13,3	13,1	18,2	27,3	20,8	19,9
île du Levant	12,1	12,6	14,7	16,7	20,5	24,4	27,7	28,0	24,3	20,1	15,7	12,8	12,5	17,3	26,7	20,0	19,1
Bormes-les-Mimosas	12,8	13,4	16,1	18,2	22,5	26,6	30,1	30,1	25,9	21,1	16,2	13,4	13,2	18,9	28,9	21,1	20,5
Toulon	12,9	13,5	16,0	18,3	22,3	26,4	29,6	29,7	25,9	21,3	16,4	13,5	13,3	18,9	28,6	21,2	20,5

H: hiver (décembre-février) P: printemps (mars-mai) E: été (juin-août) A: automne (septembre-novembre) An: an

Les mois de juillet et août sont particulièrement chauds malgré la proximité de la mer, ce qui signifie que les valeurs maximales sont susceptibles de dépasser ce seuil avec un risque de canicule, même si la proximité de la mer modère ce dernier.

Le nombre de jours où la température est supérieure ou égale à 30°C est relativement limité au bord de la mer : 14,4 jours sur l'île du levant ; 15,2 jours à Cap Camarat ; 16,5 jours à Hyères ; 19,6 jours à Porquerolles. Avec l'influence urbaine et l'éloignement, 36,3 jours sont dénombrés à Toulon, 40,3 à Bormes-les-Mimosas et 47,4 à Hyères-plage. Avec la hausse des températures liée au réchauffement climatique, le nombre de jours très chauds aura tendance à s'accroître de manière significative.

Au niveau des sept postes, en juillet et août, la température maximale dépasse quasiment tous les jours les 25°C: de 27,5 jours sur l'île du Levant à 30 jours à Bormes-les-Mimosas (30,5 jours à Hyères-plage, historique plus récent). En été, les records de chaleur dépassent partout 36°C: 36,9°C à Cap Camarat (1996); 38,3°C sur l'île du Levant (2003); 38,5°C à Porquerolles (2003); 39,6°C à Hyères-plage (2003); 40,1°C à Toulon (1982); 41,9°C à Bormes-les-Mimosas (1982) et 42,3°C à Hyères (1982). Les records de chaleur mensuels sont en majorité établis après 2000: à Hyères, les records de chaleur, 8 mois sur 12 sont post-2006, alors que l'historique de données étudié débute en 1959.

Pour information, les températures moyennes (Tableau 3) sont les suivantes :

Tableau 3. Températures moyennes de l'air en °C

Station/période	J	F	М	Α	М	J	J	Α	S	0	N	D	Н	Р	E	Α	An
Hyères	8,7	8,9	10,9	12,9	16,6	20,2	23,0	23,1	20,1	16,8	12,5	9,7	9,1	13,5	22,1	16,5	15,3
Hyères-plage	8,8	9,3	11,4	13,8	18,1	21,7	23,8	23,9	20,4	17,1	12,4	9,5	9,2	14,4	23,1	16,6	15,9
Cap-Camarat	9,8	9,9	11,7	13,6	17,3	20,9	24,1	24,4	21,2	17,6	13,2	10,6	10,1	14,2	23,1	17,3	16,2
île de Porquerolles	10,0	10,0	12,0	13,8	17,7	21,1	24,0	24,3	21,4	17,8	13,3	10,7	10,2	14,5	23,1	17,5	16,3
lle du Levant	9,8	9,9	11,7	13,5	17,1	20,7	23,8	24,1	21,0	17,5	13,4	10,7	10,1	14,1	22,9	17,3	16,1
Bormes-les-Mimosas	7,2	7,5	9,9	12,1	15,9	19,7	22,6	22,7	19,1	15,5	10,8	8,1	7,6	12,6	21,7	15,1	14,3
Toulon	9,6	9,9	12,1	14,2	18,0	21,7	24,7	24,7	21,4	17,7	13,1	10,3	9,9	14,8	23,7	17,4	16,5

H: hiver (décembre-février) P: printemps (mars-mai) E: été (juin-août) A: automne (septembre-novembre) An: an

Les secteurs situés en bordure de mer restent les plus chauds. Les températures moyennes annuelles sont proches à Cap Camarat, sur les îles, mais aussi à Toulon. Les stations d'Hyères et de Bormes-les-Mimosas se distinguent, malgré la moyenne annuelle d'Hyères-plage qui est proche des postes insulaires ou sous influence directe de la mer.

Du côté des **précipitations**, hormis la station de Bormes-les-Mimosas qui bénéficie des effets du relief du massif des Maures, les cumuls de précipitations varient entre 582 et 697 mm. Les secteurs les plus secs sont les îles de Porquerolles et du Levant (Figure 14et Tableau 4).

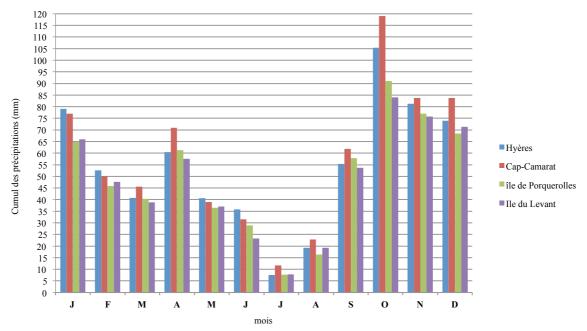


Figure 14. Cumul mensuel des précipitations en mm (source des données : Météo-France)

L'absence de relief structurant et les vents plus réguliers et plus forts jouent un rôle dans cette différenciation (Tableau 4). Sur le continent, le secteur ouest (Bormes-les-Mimosas, Cap Camarat) du territoire du PNPC est plus humide, ce qui est confirmé par les cartes des précipitations au pas mensuel, saisonnier et annuel (se reporter au chapitre consacré aux cartes du climat présent et futur à haute résolution spatiale). La fréquence moins élevée du mistral et l'humidité provenant de l'est expliquent partiellement ce gradient ouest-est. Les pluies sont irrégulières tout au long de l'année : les étés sont très secs (sur l'ensemble des stations, moins de 12 mm en juillet, moins de 23 mm en août), avec des périodes de sécheresse marquées (en moyenne, moins de 3 jours de pluie en juillet et août) et les mois d'octobre humides avec des cumuls moyens supérieurs à 100 mm, sauf sur les îles (84 mm sur l'île du Levant, 91 mm à Porquerolles). La période la plus humide s'étend d'octobre à janvier, soit à cheval sur l'automne et l'hiver.

Tableau 4. Cumuls moyens des précipitations en mm

Station/période	J	F	М	Α	М	J	J	Α	S	0	N	D	Н	P	E	Α	An
Hyères	79,1	52,6	40,7	60,4	40,6	35,8	7,5	19,3	55,4	105,4	81,3	73,9	205,6	141,7	62,6	242,1	652,0
Hyères-plage	70,7	31,1	34,0	59,0	59,5	22,8	10,6	13,5	70,0	100,8	96,4	80,7	182,5	152,5	46,9	267,2	649,1
Cap-Camarat	77,0	50,0	45,6	70,9	38,9	31,5	11,7	22,8	61,9	119,0	83,8	83,7	210,7	155,4	66,0	264,7	696,8
île de Porquerolles	64,9	45,9	40,3	61,3	36,5	28,9	7,7	16,4	57,8	91,0	77,0	68,5	179,3	138,1	53,0	225,8	596,2
lle du Levant	66,0	47,6	38,8	57,5	37,1	23,2	7,8	19,2	53,7	84,0	75,8	71,3	184,9	133,4	50,2	213,5	582,0
Bormes-les-Mimosas	113,4	68,3	59,0	91,1	57,4	42,6	13,7	27,5	76,9	133,5	116,8	117,7	299,4	207,5	83,8	327,2	917,9
Toulon	70,6	47,6	36,6	61,5	38,7	25,1	5,6	21,7	63,6	103,2	74,4	67,5	185,7	136,8	52,4	241,2	616,1

H: hiver (décembre-février) P: printemps (mars-mai) E: été (juin-août) A: automne (septembre-novembre) An : ar

Ces cumuls moyens masquent la variabilité interannuelle des pluies typique du climat méditerranéen : une année ou une saison humide peut être suivie après une année ou saison sèche par exemple. De plus, l'intensité des précipitations est très inégale dans la mesure où les cumuls journaliers peuvent être supérieurs à 115 mm : 116 mm à Porquerolles ; 145 mm à Cap Camarat ; 156 mm à Toulon ; 171 mm à Hyères ; 188 mm à Hyères-plage ; 194 mm à Bormes-les-Mimosas ; 235 mm sur l'île du Levant. Ces hauteurs de pluie susceptibles d'être atteintes en seulement quelques heures avec une rare intensité, principalement en automne, mais aussi hiver ou printemps, augmentent considérablement le risque de ruissellement sur les surfaces imperméables et le risque d'inondations. Sur ces 50 dernières années, l'analyse de l'historique des précipitations ne signale pas d'évolution significative des cumuls annuels moyens de précipitations, même si une tendance à la

baisse est enregistrée dans le Var. Sur cette même période, le signal sur les événements pluvieux extrêmes n'est pas consolidé, mais Météo-France détecte une légère augmentation de leur fréquence et de leur intensité. Les cumuls journaliers de précipitations supérieurs à 1 mm se produisent en moyenne 54 à 60 jours par an selon les secteurs, si on exclut Bormes-les-Mimosas (65 jours); les cumuls supérieurs à 5 mm, 31 jours par an en moyenne (station de Bormes-les-Mimosas exclue : 39 jours); les cumuls supérieurs à 10 mm, 19 jours par an en moyenne (station de Bormes-les-Mimosas exclue : 26 jours). Les orages se produisent essentiellement de mai à novembre (21 jours par an en moyenne avec orages), la grêle est rare avec à peine 1 jour en moyenne par an, avec à la clé des dégâts potentiels importants (cultures par exemple), tandis que la neige tombe seulement environ 1 jour par an en moyenne.

La Figure 15 propose un diagramme ombrothermique du climat à l'échelle du territoire du PNPC. Seules les stations météo présentant une période de référence 1981-2010, incluses dans le périmètre du Parc ont été sélectionnées, ce qui exclut les postes de Toulon, Bormes-les-Mimosas et Hyères-plage.

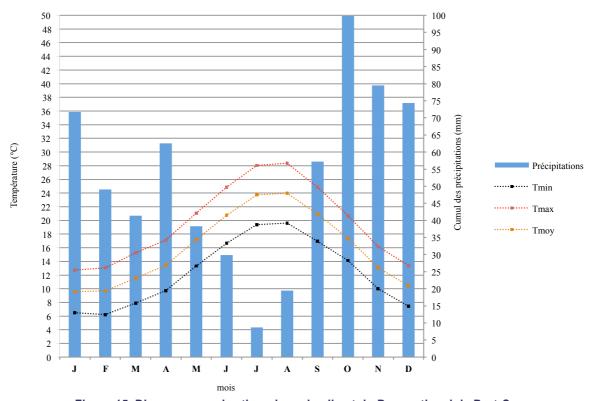


Figure 15. Diagramme ombrothermique du climat du Parc national de Port-Cros

(source des données : Météo-France, période 1981-2010)

L'évapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm), conditionnée notamment par la température de l'air, l'ensoleillement et le vent, est de l'ordre de 1255 mm par an à Toulon, quantité importante par rapport aux cumuls moyens annuels de précipitations, même s'il faut relativiser cette remarque avec le besoin en eau réel des plantes qui dépend de paramètres météorologiques comme l'humidité de l'air par exemple.

Le **vent** est également un paramètre important sur ce territoire : il souffle toute l'année avec une vitesse moyennée sur 10 mn comprise selon les mois entre 3,5 et 4,3 m/s à Hyères, soit 12,6 et 15,5 km/h ; entre 5,6 et 7,9 m/s sur l'île du Levant, soit 20,2 et 28,4 km/h ; entre 1,5 et 1,9 m/s à Bormes-les-Mimosas, soit 5,4 et 6,8 km/h ; entre 3,9 et 5 m/s à Toulon, soit 14 et 18 km/h. Le secteur de

Toulon, situé plus à l'ouest, est plus sensible au mistral. Même si la mesure manque à Porquerolles, l'île est balayée par un vent régulier, modéré à fort au même titre que les îles de Port-Cros et du Levant. Les périodes les plus calmes se produisent plutôt de juin à septembre. Bormes-les-Mimosas se situe à l'intérieur des terres et à l'abri du massif des Maures, ce qui explique cette vitesse modeste tout au long de l'année. Ces vitesses moyennes gomment les violentes rafales de vent qui peuvent atteindre plus de 160 km/h. À Toulon, 116,5 jours avec rafales de vent supérieures ou égales à 58 km/h sont dénombrés et 7,7 jours avec rafales de vent supérieures ou égales à 100 km/h. À Hyères, respectivement 80,1 jours et 1,6 jour. De janvier à juin, le nombre moyen de jours avec rafales supérieures ou égales à 58 km/h est 1,8 fois plus élevé sur l'île du Levant qu'à Hyères, ce qui confirme la présence plus significative du vent en pleine mer. L'absence d'historiques complets de juillet à décembre ne permet pas de comparer les deux situations. De janvier à mars, le nombre moyen de jours avec rafales supérieures ou égales à 100 km/h est 14 fois plus élevé sur l'île du Levant qu'à Hyères, soit 3,2 jours par mois en moyenne.

Les vents dominants les plus puissants sont de secteurs ouest à nord-ouest (mistral). Les vents de secteurs est à nord-est, souvent porteurs d'humidité, sont également relativement fréquents et forts. Les brises de terre (nuit, direction nord) et de mer (jour, direction sud) sont aussi très régulières, mais la force du vent est plus faible. La nuit, les brises de terre déplacent la pollution de l'air du continent vers la mer et le jour, cette pollution revient partiellement vers les terres et se cumule à la pollution ambiante.

La **durée d'insolation**¹² à Toulon est de l'ordre de 2839 heures par an sur la période 1981-2010, ce qui est une valeur remarquable. La côte varoise d'Hyères à Six-Fours-les-plages est l'un des secteurs les plus ensoleillés en France (1750 heures à Brest) et en Europe (entre 1200 à 1600 heures en Norvège). À Toulon, le nombre moyen de jours avec une **fraction d'insolation** supérieure ou égale à 80 % est de l'ordre de 167 jours par an, soit 46 % de l'année, ce qui est très élevé.

Ce profil climatique du PNPC est établi à partir d'analogies avec les mesures des stations météo de cinq stations, plus deux optionnelles situées hors périmètre. Ces indicateurs locaux ne caractérisent pas précisément tous les microclimats, mais donnent des tendances générales, malgré les disparités spatiales enregistrées sur de courtes distances en fonction du contexte physico-environnemental des postes de référence. Compte tenu de la faible profondeur de l'historique de la station d'Hyères-plage, les bilans de cette station sont fragiles, mais complètent les historiques. Même en l'absence de mesures plus nombreuses, il est évident que les températures de l'air diffèrent en fonction de la distance à la mer, de la présence des espaces forestiers et agricoles, des zones urbaines, de la distance entre les îles et le continent...

4.1.1.2 Évolution du climat à l'échelle régionale ces dernières décennies

Selon ClimatHD¹³, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le nombre annuel de journées chaudes, durant lesquelles la température maximale est supérieure à 25°C, est très variable selon les années (variabilité interannuelle) et la localisation géographique : en effet, les journées les plus chaudes concernent principalement l'arrière-pays hors zones montagneuses. Le littoral est également moins exposé aux fortes chaleurs. De manière générale, depuis 1960 à l'échelle régionale, Météo-France a observé une augmentation significative du nombre de journées chaudes, soit entre 6 à 8 jours par décennie. À Cannes, par exemple, en 1960, on dénombrait 65 jours contre près de 110 aujourd'hui.

-

¹² L'insolation est l'exposition d'un objet au rayonnement solaire direct. La durée d'insolation correspond à la somme des intervalles de temps durant lesquels un objet fixe est soumis à insolation au cours d'une période donnée (Météo-France).

¹³ www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd

A contrario, le nombre annuel de jours de gel, même s'il est aussi très variable selon les années, a fortement diminué. Depuis 1960, le nombre de jours de gel a quasiment été divisé par deux à Cannes avec en moyenne à peine une dizaine de jours ces dix dernières années.

Sur les températures moyennes annuelles régionales, l'évolution au réchauffement est nette depuis 1960 : +0,3 °C par décennie. Les années les plus chaudes sont après 2000.

La hausse des températures est significative sur l'ensemble de la région (période de référence 1961-1990) :

- +0,1°C par décennie pour les températures minimales et +0,3°C par décennie pour les températures maximales en hiver;
- +0,4°C par décennie pour les températures minimales et entre +0,4°C et +0,6°C par décennie pour les températures maximales en été. L'été caniculaire de 2003 est le plus chaud. Il est suivi par les étés 2015, 2017 et 2018.

Le signal sur les précipitations est moins évident, avec toutefois une tendance régionale à la baisse des cumuls moyens au printemps et en été depuis 1960. Le régime des précipitations est surtout caractérisé par la forte variabilité interannuelle toutes saisons confondues. Les deux dernières années illustrent parfaitement ce phénomène : absence de pluie en octobre 2017 (sécheresse très marquée), cumul mensuel 2,5 fois supérieur à la moyenne de la période de référence (1959-2017) en octobre 2018.

Ces quelques indicateurs montrent que le climat évolue sous l'effet du changement climatique mis en évidence par les différents rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) à l'échelle globale et les publications du GREC-SUD¹⁴ à l'échelle régionale.

4.1.2 Indicateurs locaux modélisés du climat présent et futur

Pour compléter l'approche et apporter des indicateurs sur le climat présent et futur en fonction des horizons et des scénarios socio-économiques, des indicateurs locaux et spatialisés modélisés sont proposés.

Pour fournir des indicateurs climatiques, il est en effet possible de s'appuyer sur la géostatistique et la modélisation. Des modèles climatiques régionaux fournissent des estimations à l'échelle régionale et locale sur le climat passé, présent et futur. Ces modèles simulent le fonctionnement de l'atmosphère et permettent de connaître les principales caractéristiques climatiques d'un territoire donné.

4.1.2.1 Méthodologie générale pour extraire les indicateurs modélisés du climat présent et futur

Pour anticiper le climat futur, il est possible d'accéder aux simulations climatiques de modèles à basse résolution spatiale qui sont de l'ordre de 50 à 300 km. Ces modèles atmosphériques couplés à d'autres modèles représentant les océans, la végétation, le cycle du carbone, la biogéochimie marine, la chimie atmosphérique ou encore les calottes glaciaires, fournissent des « scénarios climatiques globaux ». Cette échelle (ou résolution) spatiale ne donne qu'une tendance générale qui ne permet pas de se projeter à l'échelle très locale (parcelle, par exemple). Ce constat est d'autant plus frappant dans les territoires où le relief est accidenté. Pour faciliter la prise de décision et

¹⁴ www.grec-sud.fr

adapter les activités (tourisme, agriculture, préservation de la biodiversité, gestion des paysages et des forêts...), il est important de disposer d'indicateurs climatiques susceptibles d'améliorer la connaissance du climat présent et futur.

Pour affiner la résolution spatiale des scénarios climatiques globaux, il est nécessaire d'appliquer des méthodes de régionalisation, appelées aussi méthodes de « descente d'échelle » ou de « désagrégation spatiale » (Figure 16). Deux méthodes de régionalisation sont utilisées : la désagrégation statistique et la désagrégation dynamique.

Pour la désagrégation statistique, on suppose que le climat régional résulte des caractéristiques à grande échelle et des propriétés locales (variables explicatives) comme la topographie par exemple. La méthode prend ainsi en compte d'une manière plus fine les variables locales et permet de corriger les résultats des simulations en les calibrant aux observations. Parmi les méthodes de régionalisation statistique, on peut citer les fonctions de transfert (deltas ou anomalies, biais, réseaux de neurones...), les analogues (type de temps), les quantiles (quantile-quantile, régression quantile...) et les générateurs stochastiques de climat (LARS, WGEN...). D'une manière générale, l'utilisateur crée de nouvelles séries climatiques futures en se basant sur les séries observées et les sorties du modèle de climat. Cette méthode présente l'avantage d'être peu coûteuse en temps de calcul. La désagrégation dynamique consiste plutôt à « résoudre explicitement la physique et la dynamique du système climatique régional ». Pour appliquer cette méthode plus complexe et contraignante, il est nécessaire d'utiliser un modèle climatique à maille variable ou un modèle à aire limitée (modèle régional) forcé par un modèle de grande échelle (échelle plus précise). Ces modèles régionaux fonctionnent à des résolutions de 10 à 50 km. Il est également possible de combiner les approches statistiques et dynamiques (méthodes statistico-dynamiques).

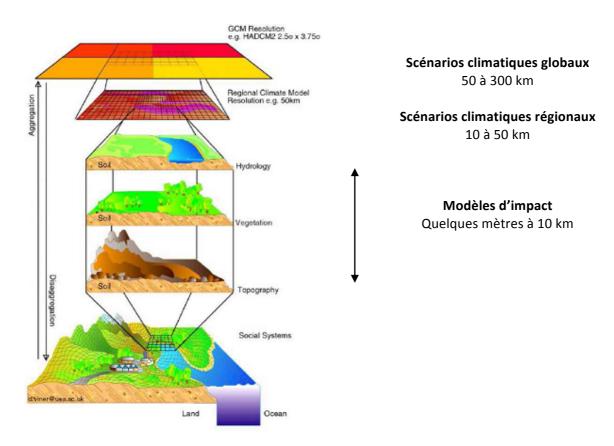


Figure 16. Les étapes de la désagrégation spatiale (source : SRU)

Pour la régionalisation des projections des scénarios climatiques globaux, une cinquantaine de modèles régionaux a été utilisée pour analyser les travaux du 5ème rapport du GIEC (AR5). En France, deux modèles sont développés par la communauté scientifique : ALADIN (Météo-France) et Weather Research and Forecasting (Institut Pierre Simon Laplace). Les sorties des deux modèles régionaux basées sur les derniers scénarios d'émissions (Representative Concentration Pathway) sont disponibles sur le portail DRIAS¹⁵ depuis août 2014. Ces simulations succèdent aux projections climatiques basées sur les scénarios de référence Second Report on Emission Scenario (SRES déclinés de A1 à B2) et prennent le relais des données SCAMPEI issues des modèles Aladin-Climat et LMDZ développés respectivement par Météo-France et l'IPSL, et de la méthode statistique des régimes de temps SCRATCH08 mise en œuvre par le CERFACS. Les données actualisées fournies sous forme d'une grille de points géolocalisés sont mises à disposition à une échelle spatiale de 8 km qui correspond à la grille de calcul régulière de SAFRAN, un « système d'analyse à méso-échelle de variables atmosphériques près de la surface ». L'échelle spatiale proposée à 8 km devient intéressante pour produire le profil climatique, notamment le climat futur, des territoires ne présentant pas de relief accidenté. En effet, en montagne, par exemple, les fonds de vallée et les sommets se confondent, l'ubac et l'adret sont indifférenciés... Pour remédier à ce problème, il est possible d'affiner les résultats des modèles régionaux en utilisant des modèles d'impact ou d'adaptation locaux. La résolution spatiale finale est variable selon le modèle (de quelques mètres à 10 km), mais elle est généralement de l'ordre d'un kilomètre.

Des programmes, comme Coordinated Regional Downscaling Experiment¹⁶ (Cordex), se penchent également sur la régionalisation des simulations climatiques et présentent l'inter-comparaison des résultats « à petite échelle sur des domaines limités ». L'ambition est de « renforcer la coordination des initiatives de réduction d'échelle » des projections climatiques à l'échelle régionale.

La branche européenne du projet international Cordex créé en 2009 s'appelle Euro-Cordex. Ce dernier vise « la coordination et la production de projections climatiques régionales pour l'ensemble des régions du globe ». Il est soutenu par le Programme mondial de recherche sur le climat¹⁷. Son objectif est de fournir :

- o un cadre pour l'évaluation des modèles et des projections climatiques ;
- o une interface pour les utilisateurs de simulations climatiques réalisant des études d'impact, d'adaptation au changement climatique ou d'atténuation des gaz à effet de serre.

Euro-Cordex propose un ensemble de simulations climatiques basées sur des « modèles incluant des descentes d'échelle statistiques et dynamiques, forcés par les modèles globaux utilisés dans le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) » (Coupled Model Intercomparison Project¹⁸, phase 5). Les données Euro-Cordex sont exploitées dans le rapport national de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) et mises à disposition des utilisateurs sur le portail DRIAS qui offre une approche multi-modèles.

Quel est l'intérêt de l'approche multi-modèles ? Elle permet notamment de prendre en compte les incertitudes scientifiques et techniques liées aux connaissances et donc au fonctionnement interne des modèles climatiques, aux futurs choix socio-économiques des sociétés (scénarios d'émissions des gaz à effet de serre), à la variabilité naturelle du climat, mais aussi à l'incertitude spécifique des

17 www.wcrp-climate.org/

¹⁵ www.drias-climat.fr/

¹⁶ www.cordex.org/

¹⁸ cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/

méthodes de désagrégation (la descente d'échelle). L'usage des données permet ainsi de mettre en évidence les percentiles¹⁹.

Le portail DRIAS donne accès aux « scénarios climatiques régionalisés français pour l'impact et l'adaptation de nos sociétés et environnements » réalisés dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL²⁰, CERFACS²¹, CNRM²²-GAME). Il met également à disposition les simulations climatiques du XXI^{ème} siècle en Europe à haute résolution spatiale issues du projet Euro-Cordex, coordonné par une équipe allemande, qui mobilise plus de vingt organismes européens de recherche. Les résultats des deux scénarios socio-économiques (RCP 4.5 et 8.5) sont disponibles sur le portail. Le nombre de modèles varie selon les scénarios économiques (Figure 17). Les résultats des modèles climatiques régionaux couvrent la période 1971-2100.

Scenario	Producteur	GCM	RCM	рг	tas	tasmin	tasmax
RCP4.5	SMHI	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	RCA4	Ý	Ý	Ý	Ý
	CLMcom	CNRM-CM5	CCLM4-8-17	Y	Y	Ý	Ý
10 modèles	DMI	ICHEC-EC-EARTH	HIRHAM5	Y	Y	×	×
SMHI		ICHEC-EC-EARTH	Y	Y	Y	Y	
	IPSL	IPSL-IPSL-CM5A-MR	WRF331F	Y	Y	Ý	Ý
	KNMI	MetEir-ECEARTH	RACM022E	Y	Y	Ý	Ý
	SMHI	MOHC-HadGEM2-ES	RCA4	Y	Y	Ý	Ý
	CLMcom	MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17	Y	Y	Ý	Ý
	csc	MPI-ESM-LR	REM0019	Y	Y	Ý	Ý
	CNRM	CNRM-CM5	CNRM-ALADIN53	Ý	Y	Ý	Ý
RCP8.5							
1.010.5	SMHI	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	RCA4	Ý	Y	Y	Y
11 modèles	DMI	ICHEC-EC-EARTH	HIRHAM5	Ý	Ý	×	×
	SMHI	ICHEC-EC-EARTH	RCA4	Y	Y	Ý	Ý
	SMHI	IPSL-IPSL-CM5A-MR	RCA4	Y	Y	Y	Y
	IPSL	IPSL-IPSL-CM5A-MR	WRF331F	Y	Y	Ý	Ý
	KNMI	MetEir-ECEARTH	RACM022E	Y	Y	Ý	Ý
	SMHI	MOHC-HadGEM2-ES	RCA4	Y	Y	Ý	Ý
	CLMcom	MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17	Y	Y	Ý	Ý
	CSC	MPI-ESM-LR	REMO019	Y	Ý	Ý	Ý
	SMHI	MPI-M-MPI-ESM-LR	RCA4	Y	Y	Ý	Ý
	CNRM	CNRM-CM5	CNRM-ALADIN53	Y	Y	Y	Ý

Figure 17. Producteurs, modèles et paramètres climatiques²³ des modèles Euro-Cordex disponibles sur le portail DRIAS (source : portail DRIAS)

²¹ Centre européen de recherche et de formation avancée en calcul scientifique

¹⁹ Paramètres de distribution statistique : 25 %, 50 %, 75 % sur le portail DRIAS

²⁰ Institut Pierre Simon Laplace

²² Centre national de recherches météorologiques

 $^{^{23}}$ Pr : précipitations / tas : température moyenne de l'air / tas min : température minimale moyenne de l'air / tas max : température maximale moyenne de l'air

Le portail DRIAS propose ainsi les simulations climatiques Euro-Cordex provenant de 10 modèles pour le scénario socio-économique RCP 4.5 (intermédiaire) et 11 modèles pour le scénario RCP 8.5 (pessimiste). Les producteurs fournissent un ou des modèle(s) de climat régional (RCM), contrôlé(s) en bordure par un ou des modèle(s) de climat globaux (GCM). Les résultats des scénarios 2.6 et 6.0 sont exclus de la base de données. Compte tenu des engagements actuels des États et de la mise en œuvre effective des politiques d'atténuation des gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, le scénario socio-économique RCP 2.6 est considéré, si diminution massive des émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau international, comme réaliste par la communauté scientifique, mais utopique vu les trajectoires actuelles. Le récent rapport spécial 1.5°C du GIEC, capable de limiter significativement les impacts du changement climatique à l'échelle mondiale et de préserver les basses terres insulaires du Pacifique par exemple, s'appuie sur un scénario socio-économique encore plus optimiste que le RCP 2.6.

Le portail DRIAS fournit les données, mais aussi un service d'accompagnement pour étudier l'impact du changement climatique et aider les décideurs à prendre des mesures d'adaptation. Il « simplifie l'accès et l'utilisation d'informations relatives aux projections climatiques régionalisées », facilite le lien entre les utilisateurs et les chercheurs, contribue à valoriser le travail de recherche et à harmoniser les productions des différents groupes de modélisation. Sa création résulte de l'application du Plan national d'adaptation au changement climatique (2011) décidé par le Ministère du développement durable (MEDDE), les laboratoires de modélisation climatique français et Météo-France. L'ONERC a également contribué à sa création. Les informations climatiques sont téléchargeables sous forme de données numériques (grille régulière de points géolocalisés distants de 8 km), d'indices climatiques ou de cartes interactives (Figure 18). Dans le catalogue, les simulations climatiques atmosphériques et les indices corrigés par rapport aux observations selon les différents scénarios de GES (SRES et RCP) sont accessibles. Les données brutes (non corrigées) ne sont pas accessibles sur le portail DRIAS et nécessitent une demande spécifique, sauf pour l'Outremer.

Température maximale quotidienne

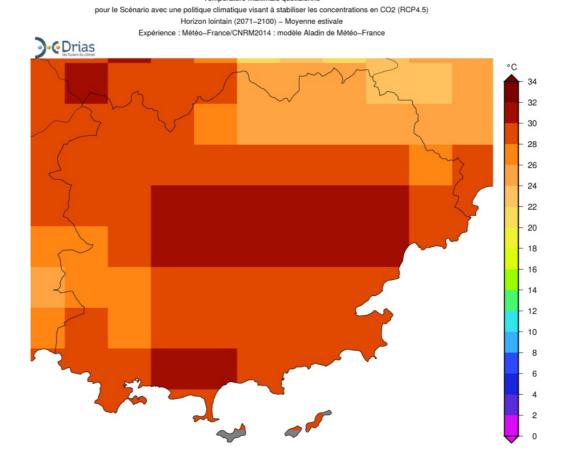


Figure 18. Exemple de carte interactive mise à disposition sur le portail DRIAS (mailles de 8 km correspondant aux données corrigées par rapport aux observations)

Les Special Report on Emissions Scenarios (SRES) correspondent aux anciens scénarios d'émissions A1 à B2 publiés en 2001 et 2007 et les Representative Concentration Pathways (RCP) aux scénarios d'émissions du 5^{ème} rapport (AR5) du GIEC de 2013. Quatre scénarios de référence (RCP) de l'évolution du forçage radiatif²⁴, relatifs à l'évolution de la concentration en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère au cours du XXI^{ème} siècle, existent donc : RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5 (Figure 19 et Tableau 5). Le premier implique une réduction d'émissions de GES par la communauté internationale (scénario optimiste), tandis que le dernier correspond à l'évolution des émissions actuelles jusqu'à la fin du siècle si rien n'est fait pour les réduire (scénario pessimiste : *business as usual*). Les scénarios RCP 4.5 et 6.0 sont des scénarios intermédiaires.

_

²⁴ Le forçage radiatif correspond à un changement du bilan radiatif (différence entre le rayonnement incident ou entrant et le rayonnement sortant) au sommet de la troposphère. Ce changement provient d'un des facteurs d'évolution du climat (concentration des gaz à effet de serre, par exemple)

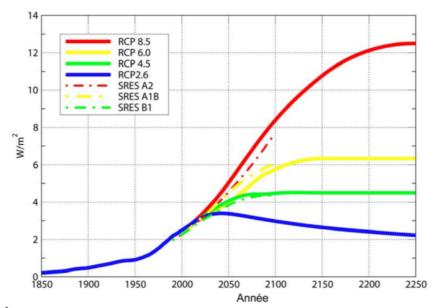


Figure 19. Évolution du bilan radiatif (ou forçage radiatif) de la Terre en W/m² (© CNRM / IPSL / CERFACS)

Les trajectoires des RCP sont assez proches jusqu'en 2040, puis divergent assez fortement selon les scénarios à partir de 2050. L'incertitude sur le climat futur selon les scénarios RCP, et donc la différence entre eux sont surtout significatives dans la seconde partie du XXIème siècle. Dans la première partie, les sorties de modèles tous scénarios confondus apportent des réponses qui convergent relativement.

Nom	Forçage radiatif	Concentration (ppm)	Trajectoire
RCP 2.6	pic à ~3W.m ⁻² avant 2100, puis déclin	pic ~490 eq-CO₂ avant 2100, puis déclin	pic puis déclin
RCP 4.5	~4,5W.m ⁻² au niveau de stabilisation après 2100	~660 eq-CO₂ au niveau de stabilisation après 2100	stabilisation sans dépassement
RCP 6.0	~6W.m ⁻² au niveau de stabilisation après 2100	~850 eq-CO ₂ au niveau de stabilisation après 2100	stabilisation sans dépassement
RCP 8.5	>8,5W.m ⁻² en 2100	> 1370 eq-CO₂ en 2100	croissante

Tableau 5. Les principales caractéristiques des scénarios RCP²⁵

Sur le portail DRIAS, la période de référence, soit la période sur laquelle les modèles s'appuient pour estimer les anomalies est 1950-2005 pour ALADIN-Climat/CNRM2014 (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5), 1971-2005 pour WRF/IPSL2014 (RCP 4.5, RCP 8.5), 1971-2005 pour les modèles Euro-Cordex (RCP 4.5, RCP 8.5). La période de projection est 2006-2100. Les données brutes des modèles régionaux sont corrigées par la méthode quantile-quantile, donc par rapport aux observations. Comme mentionné, les simulations sont disponibles à l'échelle journalière à une résolution spatiale de 8 km (réanalyse SAFRAN). Les paramètres sont analysés par pas de 300 m d'altitude, puis interpolés sur une grille de calcul régulière (8 x 8 km). D'un point de vue général, il est important d'apprécier l'évolution du climat sur un territoire à partir d'une série de points de grille et non d'un seul, car cela pose un problème de « bruit lié à la variabilité du climat ». Pour limiter ce bruit, il convient de moyenner les valeurs de plusieurs points de grille (moyenne spatiale) afin de lisser le

 25 eq-CO₂: abréviation pour équivalent CO₂ = concentration de CO₂ équivalente à la totalité des gaz à effet de serre en termes de forçage radiatif

_

signal et prendre en compte le voisinage. Selon le service d'accompagnement du portail DRIAS, il est également préférable de travailler sur un pas temporel suffisamment long (saison, semestre, année...), puisque la variabilité naturelle du climat et celle induite par les scénarios RCP peuvent être assez grandes à un pas de temps plus court.

En complément des données ALADIN-Climat et WRF, la dizaine de simulations Euro-Cordex corrigées par réanalyse SAFRAN sont donc mises à disposition sur le portail DRIAS. Ce sont ces dernières qui ont été privilégiées pour l'étude.

Le climat futur de ces prochaines décennies, hors variabilité naturelle, dépendra des modes de consommation et de vie de la population mondiale qui, d'après les démographes, atteindra un palier en 2050 avec près de 10 milliards d'individus contre 7,5 milliards aujourd'hui.

4.1.2.2 La sélection des projections climatiques pour produire les indicateurs modélisés locaux et spatialisés

Pour cette étude prospective du climat du PNPC, les tendances des projections climatiques des modèles régionaux convergent de manière relative jusqu'en 2040-2050, ce qui se traduit par des incertitudes plus limitées, mais elles divergent dans la seconde moitié du siècle. Pour enrichir l'analyse et suivre une approche multi-modèles, il a été décidé d'utiliser l'ensemble des simulations issues des modèles Euro-Cordex. Comme souligné précédemment, deux scénarios socio-économiques sont disponibles sur le portail DRIAS : RCP 4.5 et RCP 8.5.

Deux types d'indicateurs modélisés sont proposés dans cette étude :

- o indicateurs locaux calculés à partir d'une sélection de points de grille communs à l'ensemble des modèles Euro-Cordex ;
- o indicateurs spatialisés calculés à partir de données météorologiques mensuelles (observations locales) et des sorties de modèles Euro-Cordex.

Pour l'ensemble des indicateurs modélisés, la période de référence est 1996-2015, soit une normale de 20 ans. Cette période a été sélectionnée afin de s'appuyer sur un climat de référence récent et d'étudier l'évolution du climat à partir du climat actuel. Pourquoi une normale de 20 ans et non de 30 ans, durée préconisée pour calculer une normale optimale? Les indicateurs spatialisés sont construits à partir d'un jeu de données météorologiques observées (stations météo) sur 20 ans et des sorties de modèles climatiques régionaux. Le coût des données météorologiques a imposé ce choix. Une normale se calcule idéalement à partir d'un jeu de données de 30 ans, mais une période de 20 ans est déjà considérée par les climatologues comme une période significative, surtout sur des moyennes calculées. Pour information, dans le cadre de cette étude, des tests ont montré que les écarts sur les valeurs des températures saisonnières moyennes des projections climatiques sur 20 et 30 ans, par exemple, sont inférieurs ou égaux à maximum 0,1°C, ce qui est limité compte tenu des incertitudes liées à la modélisation du climat.

Pour les scénarios RCP, la période de référence des modèles Euro-Cordex s'étend de 1971-2005 et diffère donc de la période de référence des observations locales (1996-2015). Pour la cohérence des données de base, les moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des modèles Euro-Cordex ont été recalculées sur la période de référence 1996-2015. Pour le calcul des moyennes, comme la période de référence des scénarios RCP est 1971-2005, il a été nécessaire d'extraire les données de 1996 à 2005 et de compléter l'historique avec les données de la période de projection 2006-2015. Pour ces dernières, le lot de données est issu du scénario intermédiaire RCP 4.5. Remarque : sur les premières années du XXI^{ème} siècle, le choix du scénario importe peu, car les résultats des sorties de

modèle sont très proches d'après le service d'accompagnement du portail DRIAS. De plus, le lissage du signal sur la période de 20 ans limite l'influence des données issue de la période de projection.

Pour la période de référence (1996-2015), les données quotidiennes ont été extraites pour calculer les indicateurs des températures de l'air (°C) et des précipitations (mm) à partir des points de grille qui couvrent le périmètre d'étude. Pour apprécier l'écart entre la période de référence et les horizons futurs, selon le type d'indicateurs, deux à trois horizons sont proposés :

- o indicateurs locaux : 2026-2045 (horizon 2035), 2046-2065 (2055), 2076-2095 (2085) ;
- o indicateurs spatialisés: 2026-2045 (2035), 2046-2065 (2055).

Ce choix s'explique par les contraintes financières et techniques du projet. Les indicateurs spatialisés nécessitent en effet de lourds calculs. Cela dit, ces horizons à court et moyen termes (respectivement 2035 et 2055) sont ceux qui comportent le moins d'incertitudes scientifiques et sont à une échelle de temps à portée des politiques d'aménagement et d'adaptation ambitieuses sur 40 ans, ce qui permet de sensibiliser les élus en place et les équipes techniques (collectivités, réserves, syndicats...).

À l'échelle régionale, voici un exemple d'extraction des points de grille des modèles Euro-Cordex fournis par points distants de 8 km (Figure 20).



Figure 20. Points de grille des modèles Euro-Cordex à l'échelle régionale et du PNPC (contour rouge)

Les points de grille distants de 8 km qui couvrent le périmètre du PNPC sont suffisants pour calculer des indicateurs climatiques.

4.1.2.3 Liste des indicateurs modélisés locaux et spatialisés mis à disposition

Pour répondre aux besoins des acteurs locaux du territoire, une série d'indicateurs locaux et spatialisés du climat présent et futur est fournie à l'échelle du territoire du PNPC.

Liste des indicateurs modélisés locaux

Pour calculer les indicateurs modélisés locaux et lisser le signal en prenant en compte le voisinage, une sélection de points de grille des modèles a été réalisée : numéros 3251, 3252, 3395 à 3398, 3542 et 3543. Par horizon futur et RCP, les percentiles et/ou la médiane des valeurs simulées par les différents modèles climatiques régionaux Euro-Cordex ont été privilégiés.

Par horizon futur et RCP, les indicateurs suivants sont proposés :

- o températures minimales (Tn), maximales (Tx) et moyennes de l'air (°C), horizons 2035, 2055 et 2085, RCP 4.5 et 8.5, quartiles 1, 2 (médiane) et 3;
- o cumuls des précipitations (mm), horizons 2035, 2055 et 2085, RCP 4.5 et 8.5, quartiles 1, 2 (médiane) et 3 ;
- deltas moyens (°C) des températures minimales, maximales et moyennes de l'air aux horizons 2035, 2055 et 2085 par rapport à la période de référence (1996-2015), RCP 4.5 et 8.5, quartiles 1, 2 et 3;
- o deltas moyens (%) des cumuls de précipitations aux horizons 2035, 2055 et 2085 par rapport à la période de référence (1996-2015), RCP 4.5 et 8.5, quartiles 1, 2 et 3;
- o nombre de nuits tropicales par an (Tn > 20°C);
- o nombre de jours de gel par an (Tn <= 0°C);
- o extrême froid de Tn (10^{ème} centile, °C);
- o nombre de vagues de froid (Tn < de plus de 5°C par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs ;
- o nombre de journées d'été par an (Tmax > 25°C);
- nombre de jours sans dégel par an (Tx <= 0°C);
- extrême chaud de Tx (90^{ème} centile, °C);
- o nombre de vagues de chaleur (Tx > de plus de 5°C par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs ;
- o nombre de jours anormalement chauds (Tx > de plus de 5°C par rapport à la normale);
- nombre de jours de pluie par an (cumul >= 1 mm);
- o nombre de jours par an où cumul de RR >= 20 mm.

Liste des indicateurs modélisés spatialisés

Par horizon futur et RCP, la médiane des valeurs simulées par les différents modèles climatiques régionaux Euro-Cordex a été utilisée pour produire les indicateurs modélisés spatialisés. Cette méthode permet de mettre en évidence la valeur seuil pour laquelle 50 % des valeurs de la distribution sont plus élevées ou inférieures. Au total, 340 cartes sont délivrées (Annexe 8). La liste des indicateurs spatialisés mise à disposition est la suivante :

- pour les températures minimales, maximales et moyennes de l'air :
 - o cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des températures minimales, maximales et moyennes sur la période 1996-2015 ;
 - cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des températures minimales, maximales et moyennes sur la période 2026-2045 : RCP 4.5 et RCP 8.5 des modèles Euro-Cordex ;
 - cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des températures minimales, maximales et moyennes sur la période 2046-2065 : RCP 4.5 et RCP 8.5 des modèles Euro-Cordex.
- pour les précipitations :
 - cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des précipitations sur la période 1996-2015 ;

o cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des précipitations sur la période 2026-2045 : RCP 4.5 et RCP 8.5 des modèles Euro-Cordex ;

o cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles des précipitations sur la période 2046-2065 : RCP 4.5 et RCP 8.5 des modèles Euro-Cordex.

Les cartes des températures de l'air sont produites à une résolution spatiale de 100 mètres et les cartes des précipitations à une échelle spatiale de 1000 mètres. Pour les températures de l'air, il était possible de travailler à une résolution spatiale plus fine (25 mètres par exemple) avec à la clé des résultats satisfaisants, mais la volonté était de fournir les meilleurs indicateurs possibles et donc de trouver un compromis entre qualité et échelle spatiale.

Les cartes du climat présent et futur ne mettent pas en évidence les îlots de chaleur urbains (ICU) des pôles urbains, d'autant plus qu'ils sont de taille modeste sur le territoire du PNPC. Pour obtenir ce type de cartographie, il faudrait notamment :

- un réseau dense de stations urbaines, du centre vers la périphérie des cœurs urbains, représentatives des différents environnements urbains en fonction de la largeur et l'orientation des rues, la hauteur et l'orientation du bâti, le type de revêtement, la distance aux espaces verts et à la mer, etc.;
- une occupation du sol à très haute résolution spatiale mettant en évidence les différents environnements urbains (cette variable est à ajuster en fonction des évolutions futures).

Vu la localisation des stations météo au sein ou en marge du périmètre du PNPC, seule la station de Toulon pourrait ponctuellement ou régulièrement témoigner du phénomène d'ICU, mais la proximité avec la mer limite son intérêt pour ce type d'exercice. Il conviendrait de lancer au moins une campagne de mesures temporaire sur une saison estivale pour mieux évaluer le phénomène de l'ICU dans le périmètre du PNPC.

Les contraintes limitent cette étude du climat présent et futur à quatre variables : températures minimales, températures maximales, températures moyennes et précipitations. La méthode générale de spatialisation n'a pas été mise en œuvre pour d'autres paramètres climatiques. Elle a été testée lors de précédentes études pour l'humidité, par exemple, mais la fiabilité des résultats était faible.

4.1.2.4 Résultats des indicateurs modélisés locaux

Les résultats sont déclinés par variables climatiques. Ils mettent en évidence les résultats médians et les percentiles (quartiles et centiles).

Températures minimales de l'air

D'après les modèles Euro-Cordex, les températures minimales moyennes de l'air vont sensiblement évoluer sur le territoire du PNPC (Figure 21, Annexe 9). De manière générale, en se référant aux médianes, les températures minimales vont augmenter, tout particulièrement en été, avec une hausse oscillant entre +0,8°C et +3,9°C en fonction des horizons futurs et des RCP. Au printemps, la hausse sera plus limitée, mais s'élèvera tout de même jusqu'à +2,6°C. Les quartiles mettent en évidence les incertitudes liées aux sorties des différents modèles. Si on se réfère au Q3, c'est-à-dire la valeur à laquelle 25 % des sorties de modèles climatiques sont supérieures ou égales, l'augmentation des températures minimales atteindra près de 2,8°C en 2055 et 4,7°C en 2085, ce qui est considérable. Les Q1 mettent en évidence a contrario une hausse plus modeste, mais toutefois significative. La différence entre les valeurs de Q1 et Q3 (écart interquartile) est parfois importante, notamment pour le RCP 8.5, ce qui se traduit par une dispersion, soit une incertitude relativement élevée liée aux différents résultats. En d'autres termes, les modèles climatiques produisent des résultats contrastés selon le pas de temps. Ainsi, la médiane des valeurs des sorties de modèles prend tout son sens. Si les émissions de gaz à effet de serre suivent le scénario pessimiste (RCP 8.5),

la hausse des températures minimales de l'air sera très forte et il sera difficile de limiter les effets du changement climatique sur des échéances si proches. Cette évolution des températures minimales affectera, par exemple, la phénologie des arbres et des cultures, et donc le cycle végétatif avec un dépérissement probable de certaines espèces, voire leur disparition. La seule voie à suivre est le scénario RCP 4.5, même si les effets seraient sévères, en particulier à l'horizon 2085. Pour rappel, environ 5°C séparent une période glaciaire et interglaciaire qui s'étire sur des millénaires, ce qui donne une indication sur l'ampleur du changement climatique en moins d'un siècle.

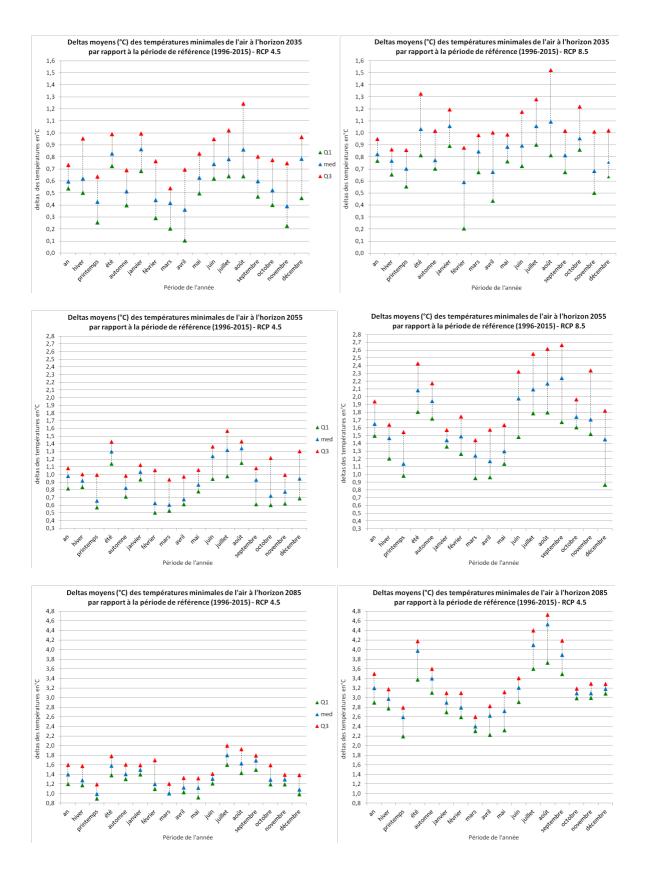


Figure 21. Deltas moyens des températures minimales de l'air selon les horizons futurs et les scénarios socio-économiques à l'échelle du territoire du PNPC (Q1 : quartile 1 / med : médiane - Q2 / Q3 : quartile 3)

Pour mieux appréhender l'évolution du climat aux horizons 2035, 2055 et 2085, quatre indicateurs locaux climatiques au pas annuel sont également fournis (Tableau 6) :

Température minimale moyenne (Tn) en °C	Valeur médiane des modèles Euro-Cordex, RCP 4.5						
Période	référence (1996- 2015)	2035, RCP 4.5	2035, RCP 8.5	2055, RCP 4.5	2055, RCP 8.5	2085, RCP 4.5	2085, RCP 8.5
Nombre de nuits tropicales par an (Tn > 20°C)	23,1	36,7	42,1	45,5	59,2	51,4	87,6
Nombre de jours de gel par an (Tn <= 0°C)	8,1	6,3	6,4	5,5	3,8	3,9	1,1
Extrême froid de Tn (10ème centile, °C)	3,1	3,6	3,8	3,9	4,7	4,4	6,2
Nombre de vagues de froid (Tn < de plus de 5°C par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs	1,2 26	0,4	0	0	0	0	0
Degré-jours de chauffage (°C)	1385 27	1222	1188	1160	1029	1051	774

Tableau 6. Évolution d'indicateurs climatiques basés sur les températures minimales au pas annuel à l'échelle du territoire du PNPC

D'ici la fin du siècle, le nombre de nuits tropicales va quasiment quadrupler en cas de scénario pessimiste, ce qui aura un impact certain sur le confort des habitants. Même en cas de scénario intermédiaire, le nombre de nuits tropicales va plus que doubler. Le nombre de jours de gel, déjà faible sur le territoire du PNPC diminuera nettement et deviendrait même rare en fin de siècle selon le scénario RCP 8.5. De manière générale, le déficit en termes de cumul de froid pour les plantes va s'accentuer, ce qui aura des incidences sur le calendrier phénologique des végétaux. Les besoins en énergie pour le chauffage vont également nettement diminuer. Les vagues de froid aujourd'hui peu fréquentes disparaîtront dès 2035.

Températures maximales de l'air

Les températures maximales moyennes de l'air vont également sensiblement évoluer sur le territoire du PNPC. De manière générale, les températures maximales augmenteront (Figure 22, Annexe 10), surtout en été et en hiver, mais aussi automne aux horizons 2055 et 2085 (RCP 8.5). Les températures estivales s'élèveront, en fonction des horizons futurs et des RCP, de près de +0,7°C à +3,8°C et les températures hivernales de +0,7°C à +2,8°C, en référence à la valeur médiane des sorties de modèles climatiques. Comme pour les températures minimales, l'écart interquartile montre une dispersion des résultats. Selon le pas de temps, l'horizon futur et le RCP, cette dispersion est très variable. Les modèles climatiques produisent ainsi des résultats contrastés, d'où une incertitude, mais des tendances fortes. Durant les mois d'été (saison météorologique de juin à août) et le mois de septembre, par exemple, l'augmentation des températures maximales sera proche de 4°C, voire même +4,6°C, ce qui provoquera des périodes de chaleur intense (canicules). Cette hausse des températures maximales combinée à une faible pluviométrie (ou nulle) se traduira par un état de sécheresse marqué avec des effets sur l'évapotranspiration, l'état racinaire des arbres, la santé des

²⁶ Valeur calculée sur la période 1976-2005

²⁷ Valeur calculée sur la période 1976-2005

plantes, le risque incendies, la phénologie... Les périodes printanière et automnale connaîtront aussi une hausse significative des températures maximales moyennes.

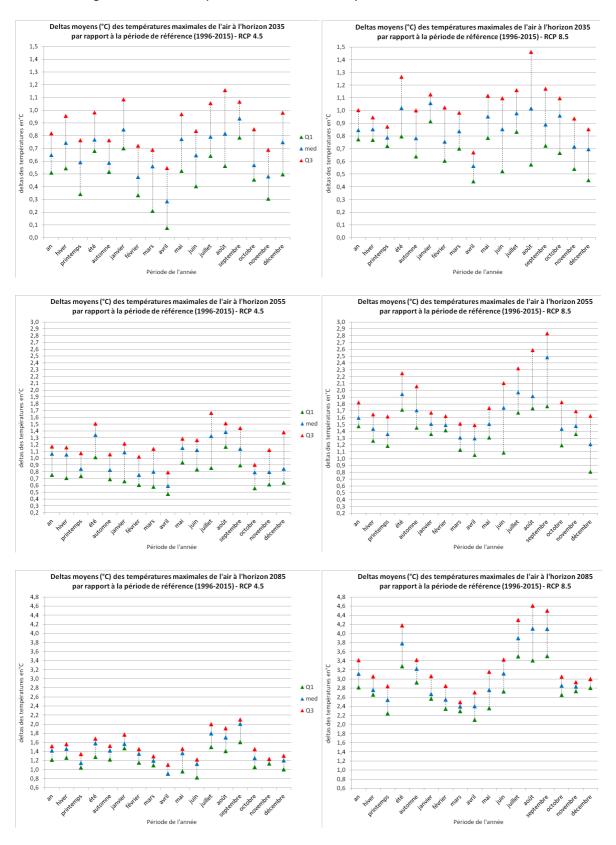


Figure 22. Deltas moyens des températures maximales de l'air selon les horizons futurs et les scénarios socio-économiques à l'échelle du territoire du PNPC (Q1 : quartile 1 / med : médiane - Q2 / Q3 : quartile 3)

Une série d'indicateurs locaux climatiques au pas annuel est également fournie aux horizons 2035, 2055 et 2085 (Tableau 7) :

Température maximale moyenne (Tx) en °C	N Valeur médiane des modèles Euro-Cordex, RCP 4.5						
Période	référence (1996- 2015)	2035, RCP 4.5	2035, RCP 8.5	2055, RCP 4.5	2055, RCP 8.5	2085, RCP 4.5	2085, RCP 8.5
Nombre de journées d'été par an : Tmax > 25°C	76,7	95,9	99,4	103,1	111,5	106,5	129,0
Nombre de jours sans dégel par an (Tx <= 0°C)	0,1	0	0	0	0	0	0
Extrême chaud de Tx (90ème centile, °C)	28,5	29,1	29,4	29,6	30,4	30,2	32,6
Nombre de vagues de chaleur (Tx > de plus de 5°C par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs	0	1,2	1,4	1,2	5,9	4,75	31,2
Nombre de jours anormalement chauds (Tx > de plus de 5°C par rapport à la normale)	8,8 ²⁸	20,4	24,5	26,5	43,9	36,5	96

Tableau 7. Évolution d'indicateurs climatiques basés sur les températures minimales au pas annuel à l'échelle du territoire du PNPC

Entre la période de référence et l'horizon 2085, RCP 8.5, le PNPC connaîtra 52 journées d'été supplémentaires avec un impact sur la vie locale des habitants, les habitudes des touristes, les ressources en eau, l'agriculture... Quant aux températures les plus chaudes, elles gagneront plus de 4°C. Le nombre de vagues de chaleur croîtra de manière très alarmante à l'horizon 2085, RCP 8.5, avec un effet de seuil atteint qui multiple le nombre de vagues de chaleur. Après 2050, l'été 2003 caniculaire ne serait plus exceptionnel. Il est même susceptible de devenir frais. Le nombre de jours anormalement chauds sera multiplié 4 en 2085 selon le RCP 4.5 et par 11 selon le RCP 8.5! Les records de températures maximales dépasseront localement 45°C (source : Météo-France, modèle ALADIN, 2017), même en bord de mer. Ces tendances sont particulièrement inquiétantes pour les activités humaines et la nature locale qui seront profondément affectées.

Températures moyennes de l'air

En toute logique, vu les résultats sur les températures minimales et maximales, les températures moyennes de l'air vont globalement augmenter avec parfois de fortes hausses (jusqu'à 5,1°C) selon les horizons et les RCP (Figure 23, Annexe 11). Toutes les saisons et les mois sont concernés par cette élévation des températures, en particulier l'hiver, l'été et l'automne tous horizons et scénarios confondus. Compte tenu de la dispersion (bruit), la médiane reste un bon indicateur pour évaluer la hausse des températures. Si ces résultats se confirment, les effets du changement climatique provoqueront des bouleversements considérables et contraindront les professionnels du tourisme à repenser leurs offres, les agriculteurs à adapter leurs pratiques agricoles... Certaines cultures seront par exemple déconseillées pour éviter les pertes chroniques. La faune et la flore seront également sévèrement affectées au profit d'espèces invasives qui trouveront des conditions de développement favorables. L'évolution des températures sera rapide, ce qui signifie que le changement climatique s'accélérera et s'amplifiera à l'échelle locale, mais aussi à l'échelle globale si les pays et les sociétés ne mettent pas tout en œuvre pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. Suivre le scénario RCP 4.5 semble être la seule voie raisonnable (ou mieux tendre vers le scénario 2.6) pour limiter les effets du changement climatique. Cette hausse généralisée des températures jouera un rôle sur le

-

²⁸ Valeur calculée sur la période 1976-2005

bilan et les transferts d'énergie à la surface du sol et dans l'atmosphère, ce qui contribuera au renforcement probable des événements extrêmes, comme les canicules et les sécheresses par exemple.

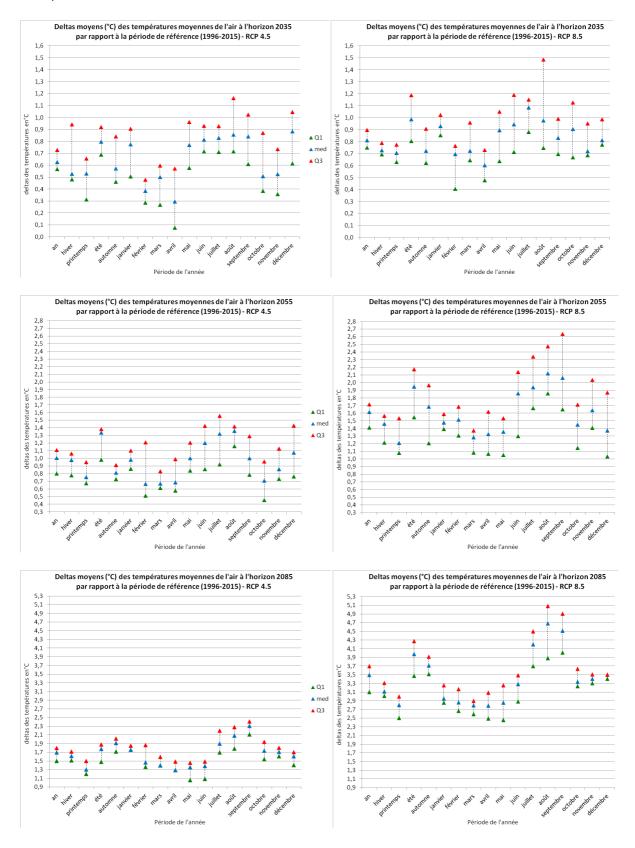


Figure 23. Deltas moyens des températures moyennes de l'air selon les horizons futurs et les scénarios socio-économiques à l'échelle du territoire du PNPC (Q1 : quartile 1 / med : médiane - Q2 / Q3 : quartile 3)

Cumuls moyens de précipitations

Si on se réfère aux médianes (Figure 24, Annexe 12), les précipitations annuelles vont globalement diminuer: pour les cumuls annuels, entre -2 % et -20 %. Aux horizons 2055 et 2085, toutes les saisons seront déficitaires ou les cumuls resteront inchangés. Ce déficit est à mettre en corrélation avec les températures élevées, ce qui accentuera le déficit hydrique dans les sols. en été par exemple. Selon les horizons, certains mois connaîtront toutefois une légère hausse si on se réfère aux médianes.

De manière générale, la dispersion des résultats, illustrée par un important écart interquartile, montre combien les incertitudes sont importantes sur les précipitations. Les quartiles 1 et 3 mettent en perspective des situations très différentes. La baisse des cumuls de précipitations est susceptible d'être très forte (quartile 1), en particulier en juillet (-50 à -70 %). Inversement, le quartile 3 indique des augmentations parfois significatives selon les périodes. Le risque majeur mis en évidence par les scientifiques serait la répétition des périodes de sécheresse qui serait plus fréquente qu'aujourd'hui. Les années et saisons sèches seraient en effet plus nombreuses et leur succession affecterait durablement les sols, le débit des cours d'eau et le niveau des nappes phréatiques, même si des périodes plus humides viendraient s'intercaler. Le risque incendie se manifesterait avec la probable multiplication des grands incendies ravageurs difficilement contrôlables. La variabilité interannuelle sera un élément déterminant : les sécheresses couplées aux fortes températures de l'air imposeront des mesures d'adaptation et de restrictions.

Deux indicateurs locaux climatiques au pas annuel sont également fournis aux horizons 2035, 2055 et 2085 (

Tableau 8):

Tableau 8. Évolution d'indicateurs climatiques basés sur les précipitations au pas annuel à l'échelle du territoire du PNPC

Cumuls moyens des précipitations (RR) en mm	Valeur médiane des modèles Euro-Cordex, RCP 4.5										
Période	référence (1996-2015)	2035, RCP 4.5	2035, RCP 8.5	2055, RCP 4.5	2055, RCP 8.5	2085, RCP 4.5	2085, RCP 8.5				
Nombre de jours de pluie par an (cumul >= 1 mm)	60,9	65,9	64,7	65,6	64,1	66,7	60,5				
Nombre de jours par an où le cumul de RR >= 20 mm	10,8	11	10,9	11,2	10,6	11,7	10,5				

À l'avenir, le nombre de jours où le cumul de pluie dépassera 20 mm sera relativement stable, tout comme le nombre de jours de pluie.



Figure 24. Deltas moyens des précipitations selon les horizons futurs et les scénarios socioéconomiques (Q1 : quartile 1 / med : médiane - Q2 / Q3 : quartile 3)

Bilan

Les graphiques et les indicateurs sur les températures de l'air et les précipitations mettent en évidence l'augmentation générale des températures minimales, maximales et moyennes de l'air, avec des deltas (ou anomalies) hétérogènes selon les pas de temps et les RCP. Le signal est plus incertain sur les précipitations, même si une tendance à la baisse est probable. Si les émissions de GES à l'échelle mondiale, mais aussi régionale et locale, ne diminuent pas à court terme, le climat méditerranéen à l'échelle du territoire du PNPC sera dégradé avec des températures de l'air plus élevées et un régime pluviométrique plus chaotique. Les besoins en froid des plantes, par exemple, ne seront plus assurés comme aujourd'hui (même si le climat d'aujourd'hui a déjà un impact sur la végétation), ce qui perturbera la phénologie. Les étés similaires à l'année 2003 deviendront réguliers, voire frais. Une augmentation de +2°C (médiane) des températures maximales estivales à l'horizon 2055, par exemple, signifie que la température aura progressé d'environ +4°C depuis le début de l'ère industrielle. L'été débordera sur mai et début octobre, l'hiver sera plus court et les limites des intersaisons plus floues. En près de 150 ans, le bouleversement serait considérable. La situation serait encore plus grave si le scénario RCP 8.5 se réalisait. Avec des augmentations pouvant atteindre près de 5°C, le climat serait bouleversé. À ce stade, les scientifiques ont encore du mal à évaluer les conséquences sur la biodiversité terrestre et marine, la forêt, les ressources en eau... Avec le RCP 8.5, les concentrations de dioxyde de carbone seraient considérables dans l'atmosphère, ce qui renforcerait l'acidification de la mer. Ce phénomène aurait un impact sur les ressources halieutiques, les écosystèmes marins, les coquilles calcaires des huîtres et des moules qui seraient agressées par l'effet corrosif...

Les incertitudes relatives au climat de demain sont encore grandes, mais les résultats de cette étude permettent de prendre conscience de l'ampleur du changement climatique qui accentuerait la vulnérabilité du PNPC et des territoires limitrophes. La gestion des pratiques forestières, agricoles et touristiques permettra de limiter les impacts et les risques (incendies, par exemple), mais la faiblesse des ressources en eau accentuera probablement les difficultés lors des périodes critiques. La variabilité interannuelle naturelle du climat jouera aussi un rôle majeur avec l'alternance d'années humides ou sèches. Le climat tendra vers une répétition des événements extrêmes comme les canicules. Les risques de pluie torrentielles seront aussi élevés qu'aujourd'hui, voire davantage, dans la mesure où l'énergie dans l'atmosphère serait potentiellement plus élevée.

4.1.2.5 Résultats des indicateurs modélisés spatialisés

L'échelle spatiale de 8 km des points de grille des modèles Euro-Cordex est suffisante pour donner des tendances générales à l'échelle d'un territoire, mais elle reste insuffisante pour différencier la répartition des variables climatiques à échelle fine. Pour produire des indicateurs à haute résolution spatiale, une méthode complémentaire à la modélisation a été développée pour cette étude et appliquée pour caractériser le climat présent et futur.

Une série d'indicateurs modélisés spatiaux ont été produits pour l'aide à la décision de l'échelle territoriale. Ils se déclinent sous forme de cartes du climat présent et futur à fine échelle spatiale couvrant l'ensemble du territoire du PNPC. Ces données ont pour principale vocation d'enrichir les systèmes d'information géographique (SIG) territoriaux afin d'affiner la connaissance des microclimats locaux, compléter les bases de données (bâti, forêt, agriculture...), alimenter le débat sur les mesures d'adaptation au changement climatique, renforcer la communication et la concertation entre les acteurs territoriaux (décideurs, gestionnaires, services techniques, citoyens, etc.)... Ces cartes sont précieuses en 2D ou 3D sur les zones accidentées.

Avant de présenter des exemples de cartes du climat présent et futur, une description méthodologique utile à la compréhension du calcul des indicateurs spatialisés est présentée ci-après.

Quelles techniques pour produire les indicateurs modélisés spatialisés ?

De nombreuses études scientifiques et techniques concernent la connaissance du climat dans les domaines de l'agriculture, la forêt, le tourisme, l'écologie, etc., mais les résultats permettent rarement de définir le climat à fine échelle spatiale. Elles visent généralement à mettre en relation des variables d'intérêt et des paramètres climatiques afin d'expliquer le stress d'une culture ou la résistance d'une espèce forestière, par exemple.

Les stations météorologiques et les relevés des observateurs fournissent des informations locales (températures, précipitations, humidité, vent, etc.) représentatives d'un environnement qui subit des contraintes physiques et environnementales particulières: flux, altitude, orientation, pente, rayonnement, encaissement, proximité de la forêt ou de la mer... La dimension locale est intrinsèque à chaque relevé. Sur le long terme, ces données géolocalisées, définies par des coordonnées géographiques, permettent de caractériser un climat à une échelle temporelle. Les stations météorologiques de Météo-France, par exemple, réparties sur tout le territoire régional et national, répondent parfaitement à cette problématique.

La modélisation, d'un point de vue général, apporte une dimension spatiale en deux ou trois dimensions qui permet d'estimer en tout point de l'espace la valeur d'une variable quelconque à l'échelle globale, régionale ou locale. La qualité des estimations dépend des données d'entrée, des algorithmes développés et de la chaîne de traitement mise en œuvre. La modélisation a donc le mérite de produire des estimations spatialisées ou locales par extraction de données, à une échelle temporelle donnée. C'est le cas des indicateurs modélisés locaux présentés en amont. La résolution spatiale reste cependant un écueil, même si les données sont corrigées ou ajustées par rapport aux observations (le nombre de mesures locales de référence diffère selon la densité du réseau de stations météo) : en effet, les données issues du portail DRIAS, par exemple, fournissent des estimations selon une grille de points distants de 8 km, ce qui signifie qu'une valeur « corrigée » de température de l'air ou de précipitations reste toutefois une moyenne sur une surface de 64 km² (8 x 8 km). Malgré les limites d'usage, cette contrainte peut s'avérer acceptable selon l'échelle spatiale considérée et le profil du territoire (absence de relief structurant sur la zone d'intérêt, par exemple), ce qui est le cas du territoire du PNPC. En revanche, la question est plus épineuse dès que le terrain devient plus accidenté présentant une morphologie plus complexe.

En complément des mesures locales et de la modélisation, les techniques géostatistiques donnent la possibilité de spatialiser des données locales en prenant en compte des variables explicatives dérivées du modèle numérique de terrain (MNT), de l'occupation de surface, de variables biophysiques (indice foliaire ou indice de végétation par exemple)... À partir d'une série de données locales et de variables explicatives, ces techniques permettent d'estimer en tout point de l'espace une valeur en fonction du poids de chaque variable explicative.

Pour cartographier à haute résolution spatiale le climat présent et futur, les mesures locales, la géostatistique et les projections climatiques (Euro-Cordex) issues des nouveaux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (RCP) mises à disposition sur le portail DRIAS ont été combinées dans cette étude.

Principe de caractérisation du climat présent et futur du PNPC à fine échelle spatiale

Pour cartographier le climat futur du territoire du PNPC, la méthodologie générale mise en application dans cette étude vise à caractériser le climat présent (1996-2015) à haute résolution spatiale et d'appliquer des deltas (ou anomalies) issus des sorties de modèles régionaux en fonction des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre RCP aux horizons 2026-2045 (2035) et 2046-2065 (2055). Dans cette logique, on suppose que le climat futur à l'échelle locale répondra aux mêmes mécanismes qu'aujourd'hui (effet d'altitude, d'orientation, de pente, de rugosité, d'encaissement, de distance à la mer...) et que les relations entre petite et grande échelle seront conservées dans le

temps. Ce postulat est acceptable dans la mesure où les arguments contraires ne sont pas démontrés jusqu'ici. Cette démarche se situe dans la catégorie des méthodes de régionalisation statistiques du type « deltas » ou « anomalies ». Par anomalies, on entend les différences ou écarts constatés entre les sorties de modèles régionaux sur une période de référence donnée et les sorties de ces mêmes modèles sur une période ultérieure équivalente à la durée de la période de référence.

Pour cartographier le climat futur à haute résolution spatiale, on « perturbe » le climat présent en appliquant les anomalies aux valeurs de la période de référence qui sont estimées en tout point de l'espace à l'aide d'une méthode géostatistique éprouvée. Cette méthode géostatistique spatialise les mesures locales (points correspondant aux stations météo) en prenant en compte des variables physico-environnementales qui expliquent la répartition spatiale des paramètres climatiques. Ces variables explicatives doivent conserver leur pertinence dans le temps, ce qui exclut d'entrée un certain nombre de variables. L'occupation de surface, par exemple, est une variable qui a une influence sur la répartition spatiale des températures de l'air, mais comme elle évolue dans le temps (urbanisation, recul ou extension des espaces agricoles ou forestiers, etc.), la variable n'est ici pas sélectionnée pour cartographier le climat présent. Dans le cas contraire, les résultats futurs seraient faussés car l'occupation de surface va évoluer.

Par ailleurs, cette méthode de régionalisation statistique ne prend pas en compte la dynamique de l'atmosphère sur toute sa colonne. Les valeurs des paramètres climatiques sont estimées au niveau des capteurs météorologiques (2 m de hauteur pour les températures de l'air par exemple).

Pour appliquer la méthode des anomalies décrite ci-dessus, il est essentiel de déterminer le plus finement possible le climat d'aujourd'hui. C'est une étape déterminante qui conditionne la qualité des résultats.

Méthodologie générale pour cartographier le climat présent

Pour mener cette étude prospective du climat et caractériser le climat présent, le logiciel LISDQS, développé par le laboratoire ThéMA de l'université de Franche-Comté et le CNRS, a été utilisé par GeographR qui détient une licence (n°L12326-01) depuis 2013. Ce logiciel permet de « rassembler, gérer et traiter l'ensemble des informations nécessaires au fonctionnement des interpolations ». Il réunit dans un même outil l'ensemble des procédures nécessaires à l'interpolation, répond aux besoins de la recherche (facteurs structurants des éléments du climat par exemple) et facilite la production de cartes. LISDQS est utilisé dans de nombreux domaines : agroclimatologie, énergie, chimie de l'atmosphère, sciences de la Terre... Des travaux académiques à différents niveaux d'échelle ont été conduits : pluviométrie du bassin amazonien ; climatologie de la France : base « Cybergéo » ; biogéographie au Svalbard ; prospective climatique (Alpes du Sud, métropole Aix-Marseille-Provence)...

LISDQS privilégie deux directions pour améliorer les estimations : la recherche de prédicteurs efficaces et la mise au point d'une technique d'interpolation spatiale innovante. Les données de base à intégrer dans LISDQS sont les mesures locales (météo, polluants...) et le modèle numérique de terrain (MNT) dont sont dérivés l'altitude, la pente, l'orientation des versants, la rugosité, le rayonnement global théorique, l'encaissement, les formes topographiques, le cosinus et le sinus des versants... En option, selon le type d'étude, il est possible de prendre en compte de nombreuses variables explicatives comme l'occupation du sol, l'indice de végétation normalisé (NDVI), l'indice foliaire (LAI), le cadastre d'émissions, les émissions linéaires, les distances euclidiennes (à la forêt, à la ville, à la mer), la densité de la population, la densité du bâti...

Pour cartographier le climat présent, il était nécessaire d'acquérir une série de données climatiques sur une période de référence d'au moins 20 ans sur l'ensemble du périmètre d'étude. Les principaux producteurs régionaux de données (Météo-France, CIRAME, Inra) ont été consultés. Compte tenu

des archives disponibles et de la densité du réseau de stations, le choix de Météo-France s'est imposé. Pour bénéficier d'un nombre suffisant de stations locales pour l'interpolation spatiale et d'une longue série de données continue, mais aussi pour limiter les dépenses liées à l'achat des archives météo, un historique de 20 ans de données mensuelles a été commandé pour l'ensemble des stations de la région afin de construire des indicateurs robustes. La série de données concerne les températures minimales de l'air (Tmin), les températures maximales de l'air (Tmax) et le cumul de précipitations (RR), soit 3 paramètres climatiques. Les températures moyennes (Tmoy) sont calculées de la manière suivante : (Tmin + Tmax) / 2. Les températures sont exprimées en degrés Celsius (°C) et les précipitations en millimètres (mm). Faute de convention avec Météo-France, l'acquisition de données journalières sur n stations x 7305 jours x n paramètres n'était pas envisageable.

Pour cette étude prospective, toutes les valeurs de températures de l'air et de précipitations des 140 stations météorologiques, en service (ou non sur certaines périodes) de décembre 1995 à novembre 2015, ont été commandées à Météo-France. Les historiques commencent en décembre 1995 afin de prendre en compte l'hiver météorologique de 1996 (décembre 1995 à février 1996). Pour information, les données brutes acquises ne peuvent pas être cédées à un tiers, selon les termes de la convention qui lie Météo-France et GeographR.

Pour les cartes du climat présent, les moyennes saisonnières et annuelles sont calculées à partir des données mensuelles. Tous les paramètres météorologiques ne sont pas disponibles pour le lot de stations et les archives sur la période de référence ne sont pas complètes. Les moyennes sont calculées sur un nombre suffisant de points (stations météo) pour appliquer la méthode géostatistique : 84 stations pour les moyennes de la température de l'air et 133 stations pour les cumuls de précipitations. Le nombre de points pris en compte dans LISDQS peut donc varier en fonction des archives. La Figure 25 indique la localisation des stations météo.

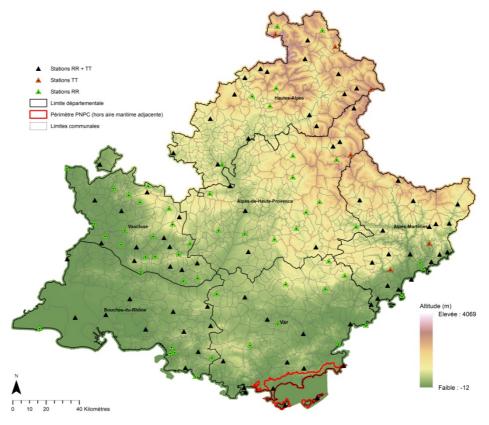


Figure 25. Le réseau de stations météorologiques utilisé pour l'interpolation spatiale (RR : précipitations ; TT : températures)

Sur le territoire du PNPC, quatre stations de Météo-France effectuent quotidiennement des mesures antérieures à 1996 (Figure 26).

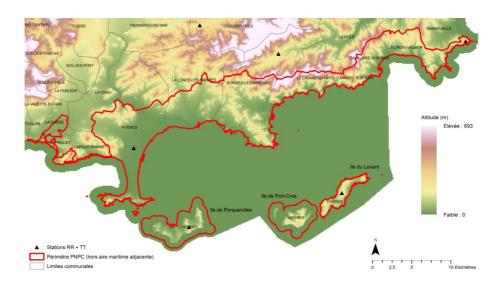


Figure 26. Le réseau de stations météorologiques utilisé à l'échelle du PNPC (RR : précipitations ; TT : températures)

Cette étude prospective climatique inclut donc l'ensemble des communes du PNPC. Ce périmètre permet d'assurer une continuité territoriale pour l'analyse du climat local et donne la possibilité d'ouvrir le dialogue avec les communes adhérentes afin de mettre en place des pistes d'adaptation collectives et concertées.

Il faut toutefois différencier le territoire du PNPC et le périmètre d'étude effectif. En effet, pour caractériser le climat à haute résolution spatiale, identifier les variables²⁹ qui expliquent la répartition spatiale des températures de l'air et des précipitations, le périmètre d'étude comprend toute la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Par moyenne saisonnière, on entend la moyenne saisonnière météorologique définie par Météo-France :

- o hiver : décembre à février ;
- o printemps: mars à mai;
- o été: juin à août;
- o automne : septembre à novembre.

Les données locales sont introduites dans LISDQS pour être interpolées en fonction de l'influence de variables physico-environnementales, appelées « variables explicatives ».

Pour identifier les facteurs qui expliquent la répartition spatiale des moyennes de températures de l'air et de précipitations, des variables dérivées du modèle numérique de terrain³⁰ (MNT) de l'Institut national d'information géographique et forestière (IGN) ont été intégrées à LISDQS (Figure 27). Les variables explicatives pour déterminer le climat de référence auquel sont ajoutés les deltas (ou anomalies) sont issues du MNT :

- o latitude (en mètres)
- longitude (en mètres)

²⁹ Altitude, latitude, longitude, pente, orientation, encaissement...

³⁰ BD ALTI® 75 m, IGN, rééchantillonnée à 100 m pour les températures et 1000 m pour les précipitations

- o altitude (en mètres)
- o pente : valeur d'inclinaison par rapport à l'horizontale (0°) du plan de régression obtenu à partir du polynôme de degré 1 des altitudes contenues dans chaque fenêtre. Les valeurs s'échelonnent théoriquement de 0 à 90°
- o rugosité topographique : indicateur des irrégularités du relief (nulle en présence de plat ou sur un versant rectiligne). Elle est donnée par l'écart-type des altitudes par rapport au plan de régression
- o encaissement/surélévation topographique : moyenne arithmétique des altitudes à l'intérieur de chaque fenêtre
- o amplitude verticale des reliefs émergents
- o amplitude verticale des creux
- o volume : somme des profondeurs des creux calculée pour tous les pixels situés à la perpendiculaire entre les deux crêtes adjacentes
- o orientation des versants : évolue de 0 à 360°
- o sinus des versants : décomposition de l'orientation des versants (variation O-E)
- o cosinus des versants : décomposition de l'orientation des versants (variation N-S)
- o rayonnement global théorique : calculé pour l'équinoxe, situation moyenne, intermédiaire entre les solstices, en tenant compte des masques topographiques jusqu'à 5 km autour de chaque point.

Toutes les couches d'information sont projetées en Lambert-93, RGF-1993 (exemples de cartes de variables explicatives, Figure 27).

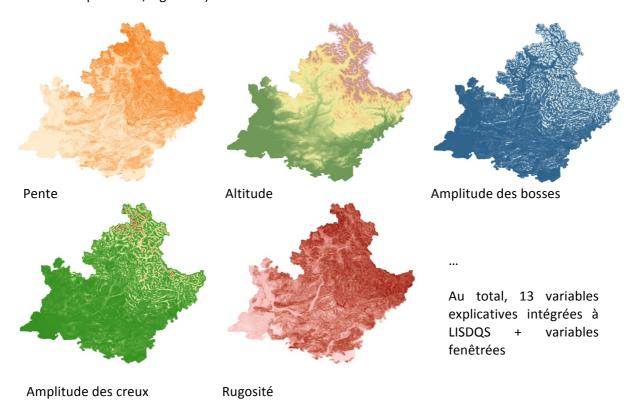


Figure 27. Exemples de variables explicatives intégrées à LISDQS à 100 m de résolution spatiale

Ces variables sont automatiquement générées par LISDQS à partir du MNT. Des tests ont été réalisés à partir de différentes fenêtres (Annexe 13) qui sont utilisées pour identifier les meilleurs régresseurs et la régression multiple. Pour limiter les ruptures spatiales aux frontières du périmètre d'étude, la grille de référence déborde des limites administratives régionales.

Méthodologie générale pour cartographier le climat futur

À partir du climat présent défini à partir de la méthode géostatistique utilisant les données météorologiques des stations de Météo-France et les variables explicatives, il est possible d'appliquer les simulations des modèles climatiques Euro-Cordex. En effet, à partir des points de grille qui fournissent une donnée ponctuelle, des techniques permettent de spatialiser les indicateurs modélisés locaux.

L'une des solutions pour spatialiser les données est de convertir les valeurs ponctuelles en mailles (format raster), comme si les valeurs des points étaient reproduites sur une grille maillée régulière. La représentation est sous forme de pixels (Figure 18, par exemple). Mais pour spatialiser la donnée d'une manière plus homogène et régulière (sans rupture brutale) et obtenir une valeur en tout point de l'espace du périmètre d'étude pour les températures de l'air et les précipitations, la méthode d'interpolation spatiale par voisin naturel est ici appliquée (Figure 28). Pour estimer une valeur par interpolation, la technique définit le sous-ensemble d'échantillons en entrée le plus proche d'un point et applique à ce dernier une pondération sur la base de surfaces proportionnelles³¹. Avec une grille de points régulière, cet outil de spatialisation fournit des résultats proches du krigeage ordinaire qui a tendance à lisser les valeurs des points et à réduire le poids des sommets. Mais les résultats des deux techniques sont proches et, dans ce cas de figure, peuvent être utilisés indifféremment. L'objectif est de produire une cartographie générale des anomalies entre les climats présent et présent issus des modèles climatiques régionaux Euro-Cordex. Compte tenu de la localisation des points de grille du périmètre d'étude régional, l'application de la méthode par voisin naturel a nécessité de créer des points de grille supplémentaires (en mer par exemple) hors des limites administratives régionales, afin d'assurer la continuité spatiale aux marges du territoire régional et de couvrir les îles d'Hyères. La valeur de ces points est considérée équivalente à celle des points de grille les plus proches. Cette technique n'a pas d'impact significatif sur les résultats infrarégionaux.

La cartographie du climat présent (période de référence) à fine échelle spatiale, réalisée à l'aide de LISDQS à partir des observations locales et des variables explicatives physico-environnementales, est bien différenciée de la cartographie du climat présent provenant des modèles Euro-Cordex, puisque les résultats du climat « réel » et du climat modélisé ne peuvent pas être comparés. Ce sont des représentations distinctes de par leurs méthodes de calcul et de production, mais aussi leur échelle spatiale. Seules les anomalies spatialisées des modèles Euro-Cordex, constatées entre la période de référence et les horizons futurs, sont appliquées aux données générées par LISDQS qui fournit la cartographie du climat présent de référence par pas de temps. Il faut donc bien distinguer les deux jeux de données.

³¹ Sibson R., 1981, "A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation", in *Interpolating multivariate Data* (chapter 2), 21-36, John Wiley & Sons, New York (1981)

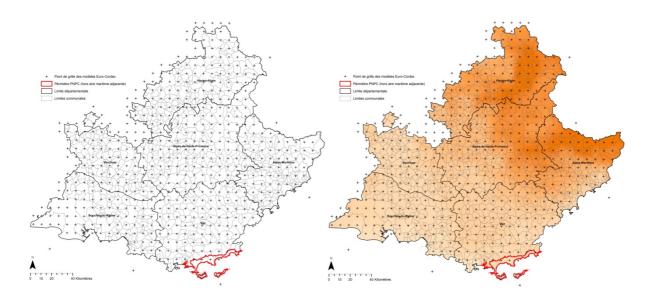


Figure 28. Interpolation spatiale par voisin naturel des deltas ou anomalies (°C) des températures maximales moyennes en hiver du scénario RCP 8.5 issus des points de grille des modèles Euro-Cordex (médiane des résultats inter-modèles) entre 1996-2015 et 2046-2065 à l'échelle régionale

Exemples de cartes de températures de l'air

Les cartes suivantes sont proposées en 2D et 3D. Pour les températures de l'air, le visuel 3D sur l'ensemble du territoire métropolitain permet de mieux comprendre la répartition spatiale des variables climatiques et de discriminer plus finement les zones chaudes ou froides, et offre également un potentiel de communication supérieur.

Une zone tampon de 100 m a été appliquée au-delà des limites administratives pour assurer la continuité spatiale des champs thermiques. Les valeurs de températures de l'air sont uniquement pertinentes sur les surfaces terrestres, faute de données météo en mer. Dans le périmètre du PNPC, sur la période de référence (1996-2015), les résidus entre les températures de l'air observées et estimées provenant de la validation croisée sont globalement faibles, ce qui signifie que l'indice de confiance est élevé. Pour les cartes du climat futur, la médiane des valeurs estimées par les modèles climatiques régionaux Euro-Cordex a été privilégiée.

De manière générale, les cartes de la température de l'air mettent en évidence selon la période les déterminants de la différenciation spatiale du champ thermique : altitude du relief, distance à la mer, température de fond de l'urbanisation dense et des activités humaines, insularité... La « symbologie » peut être adaptée pour lisser ou au contraire différencier les températures estimées : étirement des valeurs, bornes des classes, palette de couleurs...

La dynamique de l'atmosphère sur les températures de l'air est mise en évidence sur les cartes qu'il convient d'étudier au cas par cas en fonction des besoins et des objectifs. Les microclimats selon la période (mensuelle, saisonnière, annuelle) sont localisables. De manière générale, les îles et l'est du territoire du PNPC connaissent un climat plus doux. Le massif des Maures (altitude) et l'ouest du Parc (vent plus fréquent) sont plus frais. Les communes de La Garde et du Pradet sont partiellement influencées par l'îlot de chaleur urbain de la métropole de Toulon-Provence-Méditerranée. L'écart de température entre les zones fraîches et chaudes est relativement important : en août par exemple (Figure 29 à Figure 32), plus de 6°C de différence entre les îles et le massif des Maures si prise en compte des périmètres communaux au moins partiellement couverts par le PNPC. Les îles présentent un caractère climatique atypique, probablement accentué par l'approche géostatistique et le fenêtrage qui limite probablement l'influence de la mer.

Températures moyennes de l'air au mois d'août par horizon

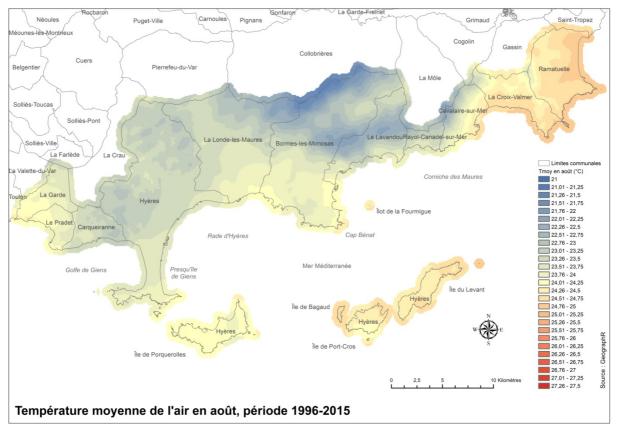


Figure 29

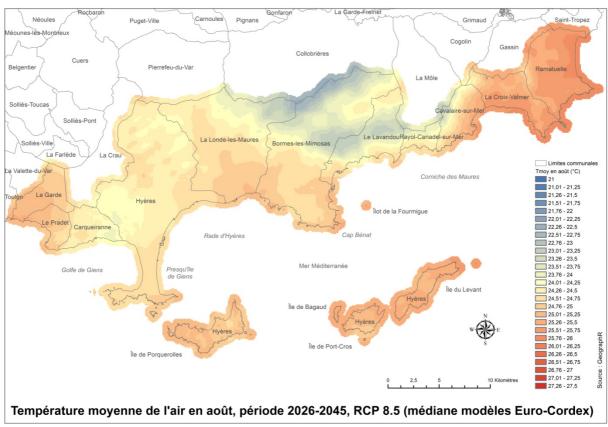


Figure 30

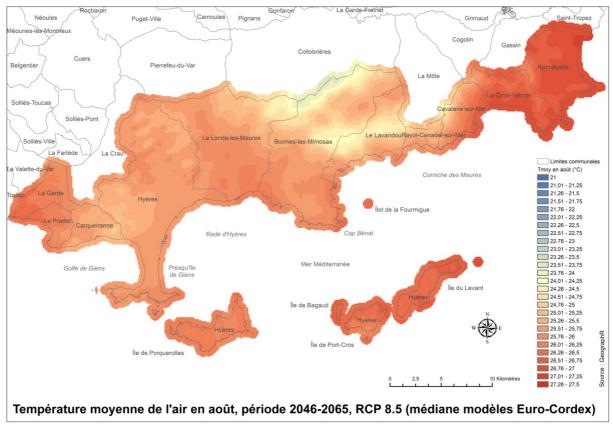


Figure 31

Chaque carte disponible est à analyser au cas par cas. Il n'est pas question ici de détailler tous les résultats. Les tendances locales sont données au niveau des indicateurs locaux. La remarque est la même pour les précipitations.

Pour exemple aussi, une carte de la température minimale moyenne au mois d'août (Figure 32) à l'échelle du PNPC en 3D (relief avec échelle des hauteurs légèrement augmentée), vue nord-ouest :

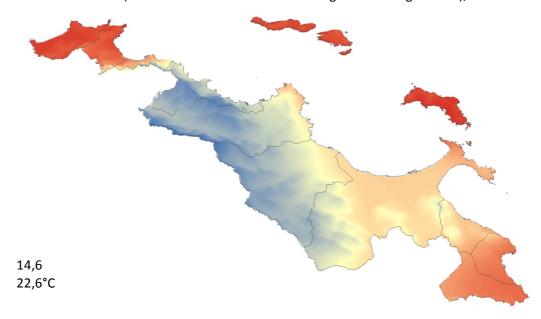


Figure 32. Température minimale moyenne au mois d'août, période 2046-2065, RCP 4.5

(source: GeographR)

Exemples de cartes de cumuls de précipitations

Une série de cumuls de précipitations est présentée ici à titre indicatif. Une zone tampon de 1000 m a été appliquée au-delà des limites administratives pour assurer la continuité spatiale des champs pluviométriques.

Dans le périmètre du PNPC, sur la période de référence (1996-2015), les résidus entre les cumuls de précipitations observés et estimés issus de la validation croisée sont globalement faibles, ce qui signifie que l'indice de confiance est élevé. Comme pour les températures, pour le climat futur, la médiane des valeurs estimées par les modèles climatiques régionaux Euro-Cordex a été exploitée.

De manière générale, les précipitations sont plutôt régies par un gradient ouest-est et l'altitude (cf. Figure 33 et Figure 34). Comme le signal du changement climatique pour les précipitations est moins marqué que sur les températures de l'air en fonction des horizons futurs et des RCP, il est difficile de tirer des conclusions générales, même si des tendances se dessinent : la saison estivale deviendrait plus sèche par exemple. Il convient d'analyser chaque carte par horizon et RCP.

Cumul moyen annuel des précipitations par horizon, médiane des modèles Euro-Cordex :

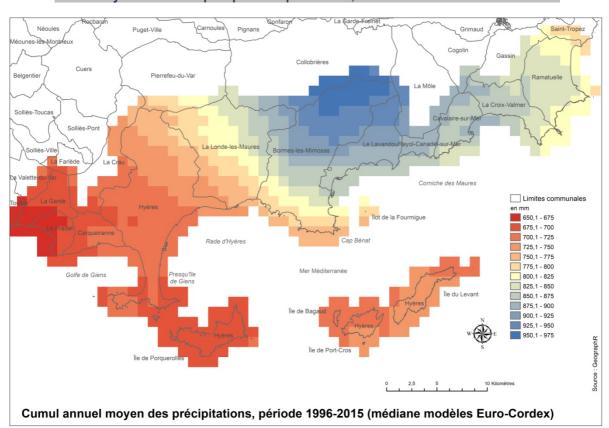


Figure 33

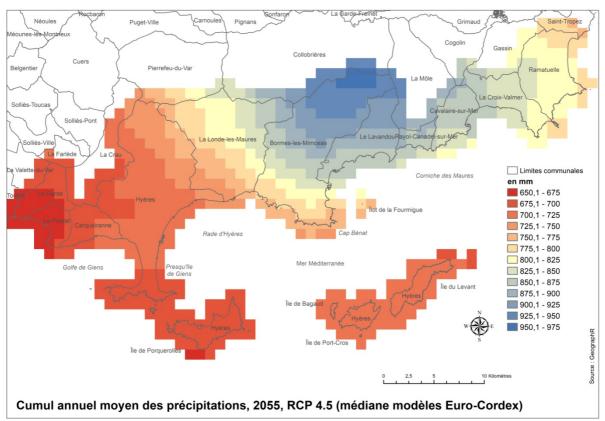


Figure 34

4.1.2.6 Évolution de la température de la mer

Pour mieux connaître le climat local du territoire du PNPC et mieux apprécier les influences maritimes et terrestres, il faudrait aussi disposer de mesures directes en mer. En effet, le PNPC est principalement un parc marin abritant une faune et une flore d'une grande richesse qui aujourd'hui profitent de conditions de vie optimales ou au contraire sont en limite d'aire de répartition. La mesure en mer a débuté localement en 1979. Elle est assurée de manière continue et permanente depuis 1999 à Port-Cros, dans une zone située au cœur du territoire. Huit thermographes enregistrent la température de la mer entre 5 et 40 m de profondeur, et ce tous les 5 m. Ce dispositif de mesures s'inscrit dans le réseau T-MEDNET qui « centralise et coordonne des suivis de température » à l'échelle du bassin méditerranéen. Le mistral est une variable clé qui explique la température de la mer. Sa fréquence et sa durée jouent un rôle déterminant sur les phénomènes de remontée d'eau froide, appelés « upwelling ». En effet, de manière schématique, le vent pousse la couche d'eau de surface, ce qui provoque par compensation la remontée d'eaux profondes qui sont plus froides. En cas d'absence de vent et de brassage, la température de surface a tendance à augmenter et la thermocline, limite entre les eaux profondes et les eaux de surface, n'est pas rompue.

À Port-Cros, la hausse de la température de la mer est continue. Entre 1979 et de 2003, par exemple, cette hausse était de l'ordre de +0,5 à 0,8°C (Harmelin, 2004). Aux îles Medes en Catalogne, la température de l'eau augmente de +0,04°C par an depuis les années 1970. L'année 2003 a été exceptionnellement chaude (jusqu'à 27°C à 10 m de profondeur), mais elle est susceptible de se répéter fréquemment après 2050 si le scénario socio-économique RCP 8.5 s'affirme à l'avenir. Il faut noter la grande variabilité de la température de la mer qui dépend notamment de la température de

l'air, du vent et des courants marins. La tendance générale est la hausse de la température de la mer, mais cette dernière varie d'une année sur l'autre, et d'une période à l'autre, parfois sur un temps court, en fonction des conditions météo et des caprices du climat méditerranéen.

Les années subissant de fortes anomalies de températures (1999, 2003, 2006...) mettent en évidence des incidences sur la biodiversité locale : les températures élevées seraient en effet corrélées à la mortalité d'espèces marines comme les gorgones rouges ; la grande nacre, coquillage bivalve de couleur rouge souvent couvert par les herbiers de posidonie, est également menacée par un parasite, même si le PNPC n'a pas encore connu de dégâts massifs, contrairement aux calanques de Marseille, à la Corse et aux Baléares. Avec le réchauffement climatique, la tranche d'eau située entre 0 et 30 m de profondeur se réchauffe assez nettement et est susceptible de bouleverser les écosystèmes marins locaux (herbiers de posidonie fragilisés, invasion d'espèces exotiques, modification de la chaîne alimentaire, acidification de l'eau...). L'évolution du vent à l'avenir sera également déterminante : sans brassage, la même couche d'eau se réchauffe plus rapidement et la salinité de la mer se renforce, ce qui diminue les blooms planctoniques ou modifie la succession trophique qui en dépend (zooplancton, larves de crustacés, de mollusques)³² ». La présence des poissons est également mise en question. D'autres effets liés aux activités humaines peuvent survenir : lors de l'été 2018, par exemple, les vieux moteurs des bateaux ont souffert de la forte température de la mer qui a dépassé 27°C. En effet, les moteurs ne se refroidissaient pas suffisamment. Il était nécessaire de les stopper (pause en mer) avant de repartir.

Un autre dispositif de mesure, appelé « Antarès », est également mis en place au sud de Porquerolles au sein du périmètre de l'aire maritime adjacente. Depuis 2009, les capteurs relèvent, à près de 2500 m de profondeur, la température de la mer, la salinité, les courants, la structure biologique des eaux sur toute la colonne d'eau... Antarès est intégré au programme MOOSE (Mediterranean ocean observing system on environment) qui assure la surveillance des masses d'eau, de la circulation thermohaline et des flux de matière en Méditerranée Nord-Occidentale. D'autres instruments sont installés au port de la Madrague (Hyères), à La Capte (Hyères) et au Port de Port-Cros (réseau HTM-Net), mais le recul n'est aujourd'hui pas suffisant pour donner des tendances statistiquement robustes, d'où l'intérêt manifeste de maintenir et renforcer le dispositif de mesures locales. Ce dernier doit être complété par les mesures à distance, et plus particulièrement par la télédétection spatiale qui permet de suivre l'évolution de la température et des courants de surface.

4.1.2.7 Tendances climatiques futures à l'échelle régionale et élévation du niveau de la mer

Pour compléter les indicateurs locaux et mieux comprendre le contexte régional dans lequel le territoire du PNPC se situera, une sélection d'indicateurs régionaux est proposée. Ces résultats sont extraits du portail ClimatHD.

D'après le modèle climatique régional Aladin utilisé par Météo-France pour produire les indicateurs suivants, la hausse de la **température** de l'air minimale, maximale et moyenne sera généralisée à l'échelle régionale jusqu'en 2050, quel que soit le scénario socio-économique considéré. Après 2050, l'évolution de la température diffère selon le scénario RCP: seul le scénario RCP 2.6 stabilise les températures. Pour le scénario RCP 8.5 le plus pessimiste (sans politique climatique), le réchauffement est susceptible d'atteindre +5°C d'ici la fin du XXIème siècle.

_

³² D. Laffoley, J. Baxter, C. Pergent-Martini, G. Pergent, M.M. Otero & F. Simard, 2018. Changement climatique et milieu marin en Corse, Report Card 2018. IUCN, Gland, Suisse.

La température moyenne annuelle, par exemple, illustre cette évolution (Figure 35) :

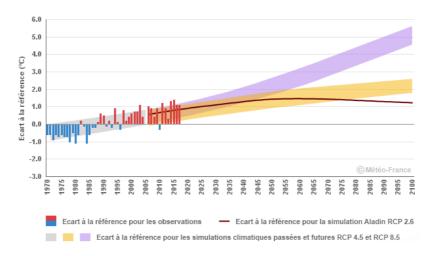


Figure 35 : Température moyenne annuelle en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : écart à la référence 1976-2005 : observations (stations météo) et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5 (Source : Météo-France)

Le constat est le même pour la température moyenne hivernale (Figure 36) avec une hausse pouvant atteindre 4 à 5°C en 2100 :

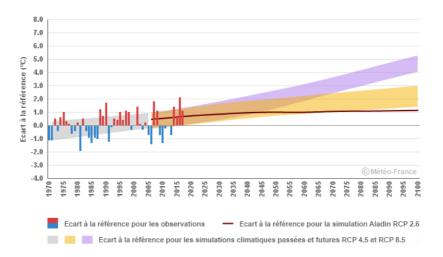


Figure 36 : Température moyenne hivernale en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : écart à la référence 1976-2005 : observations (stations météo) et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5 (Source : Météo-France)

La hausse est encore plus significative pendant la période estivale (Figure 37). Selon le RCP 8.5, elle dépasserait les +6°C, ce qui est considérable :

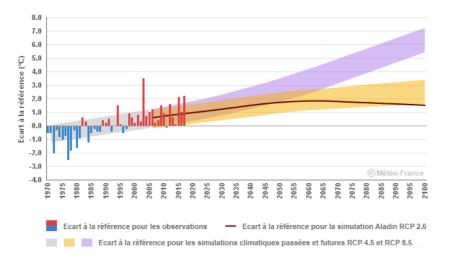


Figure 37 : Température moyenne estivale en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : écart à la référence 1976-2005 : observations (stations météo) et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5 (source : Météo-France)

La hausse de la température sera effective sur les températures minimales et maximales. En été, le réchauffement devrait provoquer une augmentation significative des journées chaudes (supérieures ou égales à 25°C) à l'échelle régionale : la région connaîtrait plus de 140 journées chaudes selon le scénario RCP 8.5 à la fin du siècle contre environ 80 sur la période 1976-2005, soit une augmentation de 52 jours. D'ici 2100, le gel reculerait de 12 jours par an en plaine par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP 4.5 et 19 jours selon le RCP 8.5.

Pour les précipitations, le signal du changement climatique n'est pas très marqué (Figure 38) :

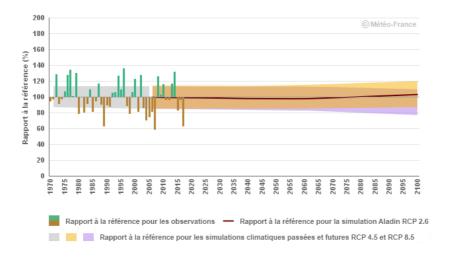


Figure 38 : Cumul annuel des précipitations en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : rapport à la référence 1976-2005 : observations (stations météo) et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5 (source : Météo-France)

Ainsi, à l'avenir, les précipitations annuelles évolueraient peu à l'échelle régionale, mais ce constat masque les contrastes saisonniers et la variabilité interannuelle qui caractérisera encore le climat méditerranéen de toute la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Cette variabilité est exprimée au niveau des observations avec une succession d'années et/ou de périodes sèches et humides. En hiver, à l'échelle régionale, les cumuls de précipitations moyens devraient se maintenir jusqu'à la fin du siècle. Par contre, en été, ils diminueraient selon le RCP 8.5 après 2050 (Figure 39). Les étés les plus secs seraient ainsi encore plus marqués qu'aujourd'hui. Avec la combinaison des fortes des températures maximales de l'air, l'évapotranspiration des végétaux serait encore plus intense et les ressources en eau seraient affectées.

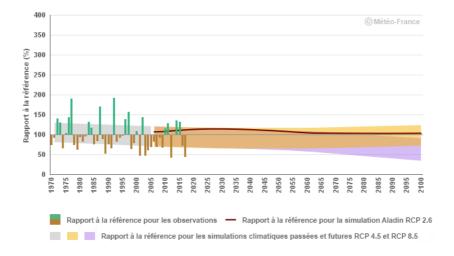


Figure 39 : Cumul estival des précipitations en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : rapport à la référence 1976-2005 : observations (stations météo) et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5 (source : Météo-France)

L'assèchement estival serait ainsi accentué, mais ce phénomène serait généralisé toutes saisons confondues, selon Météo-France, avec un allongement de la période de sol sec qui toucherait notamment la végétation et les cultures non irriguées. L'allongement moyen de la période de sol sec varierait entre 2 et 4 moins en fonction des scénarios socio-économiques. L'humidité moyenne du sol en fin de siècle « pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui » (Figure 40).

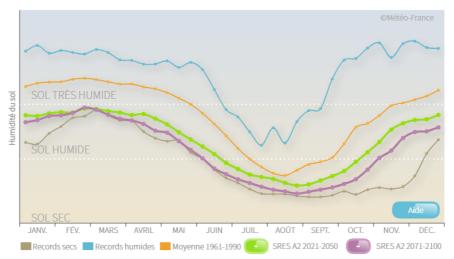


Figure 40 : Comparaison du cycle annuel d'humidité du sol en Provence-Alpes-Côte d'Azur entre la période de référence climatique (1961-1990) et les horizons temporels proches (2021-2050) et lointains (2071-2100) au cours du XXIème siècle (scénario pessimiste)

Parmi les indicateurs climatiques régionaux qui précisent quelle sera la situation climatique générale dans laquelle s'inscrit le PNPC à l'avenir, il est important de souligner que les **besoins en climatisation** augmenteraient jusqu'en 2050, tous scénarios confondus. Dans la seconde moitié du siècle, les tendances diffèrent. Selon le scénario le plus pessimiste, les degrés-jour annuels de climatisation seraient plus que triplés à fin du siècle par rapport à aujourd'hui (Figure 41).

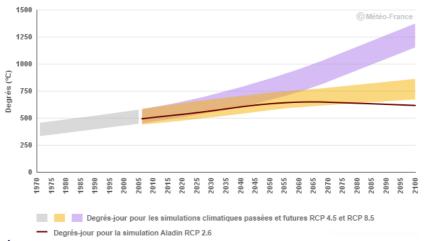


Figure 41 : Évolution des degrés-jour annuels de climatisation en Provence-Alpes-Côte d'Azur

À l'inverse, les besoins en chauffage diminuerait quel que soit le scénario. Selon le RCP 8.5, la baisse serait d'environ 4 % par décennie jusqu'en 2100.

Concernant l'élévation du niveau de la mer, la problématique est également majeure³³. La hausse du niveau des mers est principalement causée par la dilatation des océans résultant de l'augmentation de la température de l'eau, mais aussi de la fonte des calottes glaciaires. En Méditerranée, comme mentionné précédemment, la température de la mer a augmenté ces 30 dernières décennies et l'élévation du niveau de la mer est de l'ordre 2,6 mm par an à Marseille. D'ici 2100, la température de la mer est susceptible d'augmenter de +4°C et la salinité de 0,5 à 0,9 PSU³⁴ en fonction des émissions de gaz à effet de serre et donc des scénarios socio-économiques. L'effet de dilatation thermique provoquerait seul une hausse du niveau de la mer Méditerranée de 45 à 60 cm. Combiné à la fonte des glaces, le niveau de la mer Méditerranée s'élèverait de 55 cm selon le scénario RCP 4.5 et 80 cm selon le RCP 8.5 à la fin du siècle, avec un fort impact sur l'érosion des plages sableuses (avec disparition possible selon la configuration physique) et rocheuses. Mais, d'après les scientifiques, les incertitudes relatives à l'accélération de la fonte des calottes du Groenland et de l'Antarctique sont encore nombreuses. Les chercheurs n'excluent pas une élévation de plusieurs mètres du niveau de la mer, ce qui aurait des répercussions considérables sur le littoral du PNPC.

En définitive, l'évolution du climat du Parc national de Port-Cros, comme dans toute la région Sud, s'avèrera problématique avec une augmentation généralisée des températures (air et mer) et une tendance à la baisse des précipitations en été, une multiplication des événements extrêmes (canicules, sécheresse...). L'influence de la mer modèrera la température par rapport à l'arrière-pays, mais la hausse sera malgré tout très significative avec des effets sur les écosystèmes marins et terrestres, la vie quotidienne habitants, les ressources en eau, l'agriculture, la forêt, le tourisme... Tout doit être mis en œuvre à l'échelle locale et globale pour éviter le scénario socio-économique le plus pessimiste (RCP 8.5) afin d'éviter un bouleversement climatique sans précédent en l'espace d'un siècle. L'élévation du niveau de la mer liée à la dilatation de la mer et la fonte des glaces reste une problématique grave qui nécessite une surveillance permanente.

³³ La mer et le littoral de Provence-Alpes-Côte d'Azur face au changement climatique, Les cahiers du GREC-PACA édités par l'Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR), mai 2017, 48 pages. ISBN : 9782956006046 ³⁴ 1 psu : 1 g de sel par kg d'eau de mer

5 Perception des effets des changements climatiques par les usagers du littoral

L'objectif de ce questionnaire était de recueillir des perceptions que les usagers du littoral ont des changements climatiques dans le cadre de leurs activités balnéaires. Le questionnaire a été pensé pour que l'analyse en dégage des métriques ou indicateurs de vulnérabilité face aux changements climatiques des usagers du littoral. L'analyse suivante donne des pistes en ce sens.

5.1.1 Profil des enquêtés

L'échantillon est composé de 201 répondants et est parfaitement équilibré en sex-ratio (moitié masculin/moitié féminin). Les tranches d'âge les plus représentées sont les 46-65 ans (43%), et les 26-45 ans (32%). Les séniors (> 65 ans) représentent 12% et les jeunes (18-25 ans) représentent 9%.

En termes de résidence, les répondants sont répartis comme suit : 114 (57%) sont des résidents permanents, 22 (11%) sont des résidents secondaires, 58 (29%) sont des vacanciers. En supposant que les résidents permanents ont une meilleure connaissance de leur territoire et sont particulièrement sensibles aux changements climatiques, l'échantillon est intéressant car il représente majoritairement ce profil de répondant résident. Les communes de résidence majoritairement représentées sont Hyères (10%), Toulon (7%), La Garde (6%), Le Pradet (5%) et Marseille (5%).

Le questionnaire demandait aux enquêtés d'auto-évaluer leur intérêt pour l'environnement par une note allant de 1 (faible) à 10 (fort). Les deux tiers des répondants estiment avoir un fort intérêt pour l'environnement (note supérieure ou égale à 8/10).

5.1.2 Pratiques touristiques

Dans l'échantillon, les activités balnéaires les plus pratiquées sont la baignade, la plage et la randonnée littorale (84% des répondants, résidents et vacanciers confondus).

Les différences de pratiques les plus notables entre les résidents et vacanciers sont observées pour le Palme-masque-tuba-apnée et les sports de glisse qui sont proportionnellement plus pratiqués par les résidents que par les vacanciers et résidents secondaires (cf. Figure 42).



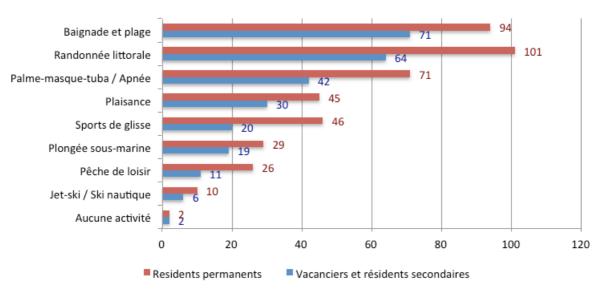
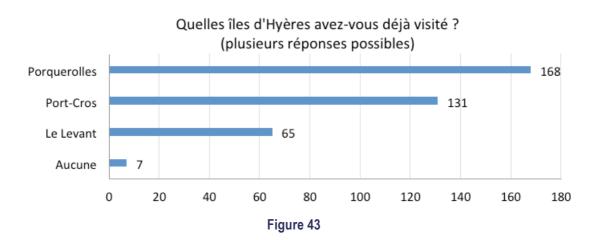


Figure 42

Le territoire du Parc national de Port est particulièrement réputé pour ses îles d'Hyères, surnommées les "îles d'or". Parmi les répondants, l'île la plus visitée est Porquerolles (83% des répondants), suivie de Port-Cros (65% des répondants). Le Levant a été visité par 32% des répondants et 3% des répondants n'ont visité aucune des trois îles. La Figure 43 présente ces résultats.

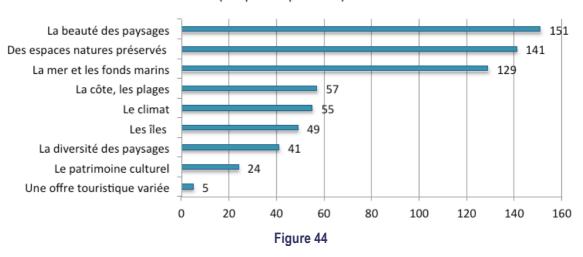


5.1.4 Perception du littoral du Parc national de Port-Cros

5.1.4.1 Atouts et menaces du littoral

Selon les personnes interrogées, les trois principaux atouts du littoral du PNPC sont pour les deux tiers des répondants : la beauté des paysages, les espaces naturels préservés, la mer et ses fonds marins (cf. Figure 44) Le lien entre tourisme et paysage est ici illustré. La « beauté » des paysages (151 répondants) semble être largement préférée à la « diversité » des paysages (41 répondants). Cela illustre bien l'attractivité du paysage méditerranéen et balnéaire tel qu'il apparaît dans l'imaginaire collectif. La notion de préservation ressort aussi particulièrement en raison de la présence d'une aire marine protégée. Il est intéressant de relever que les résidents permanents manifestent un attachement plus fort à la protection des espaces naturels en classant cette mention en première place (cf. Figure 45). Leur intérêt pour la mer et les fonds marins est aussi plus marqué. En revanche, l'attractivité de la côte et des plages apparaît davantage du côté des vacanciers, illustrant par ailleurs la forte saisonnalité du tourisme balnéaire sur le territoire du Parc national de Port-Cros.

Quels sont pour vous les principaux atouts du littoral du PNPC et ses environs ? (3 réponses possibles) n = 201



Quels sont pour vous les principaux atouts du littoral du PNPC et ses environs ? (3 réponses possibles) n = [114 permanents + 80 vacanciers ou secondaires]

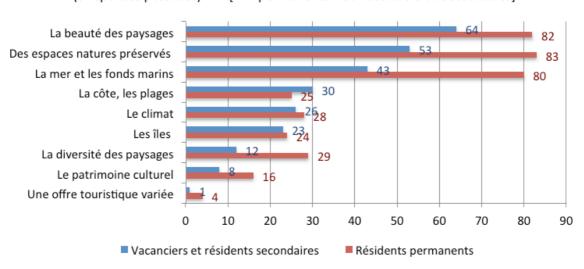
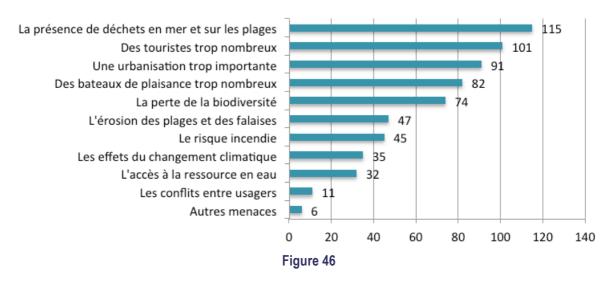


Figure 45

Les répondants estiment que les principales menaces qui pèsent sur le littoral du PNPC sont la présence de déchets en mer et sur les plages, la présence d'un trop grand nombre de touristes, une urbanisation littorale trop importante ainsi que la sur-fréquentation des bateaux de plaisance. Les effets du changement climatique sont vus comme des menaces moins prégnantes car peut-être plus lointaines. Il est intéressant de constater que la sur-fréquentation touristique semble davantage déranger les vacanciers et les résidents secondaires que les résidents permanents qui disposent peut-être de marges de manœuvre plus fortes pour éviter de la subir. Les Figure 46 et Figure 47 présentent ces résultats.

Quelles sont pour vous les principales menaces qui pèsent sur le littoral du PNPC et ses environs ? (3 réponses possibles) n = 201



Quelles sont pour vous les principales menaces qui pèsent sur le littoral du PNPC et ses environs ? (3 réponses possibles) n = [114 permanents + 80 vacanciers ou secondaires]

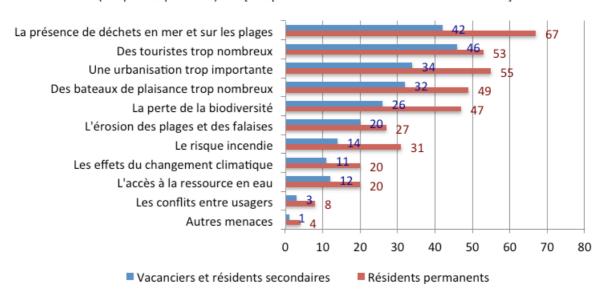


Figure 47

5.1.4.2 Représentations du Parc national de Port-Cros

Le questionnaire a demandé aux personnes interrogées d'indiquer si d'après eux le Parc national de Port-Cros contribue à l'économie littorale. Il est intéressant de constater qu'ici les réponses sont plus nuancées que concernant le littoral. En effet, si 64 personnes (32%) ont répondu «beaucoup» et 38 personnes (19%) ont répondu «énormément», environ 26 personnes (13%) ont répondu «pas du tout» ou «un peu». La Figure 48ci-dessous présente ces résultats.



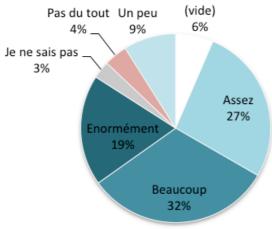
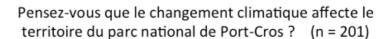


Figure 48

5.1.5 Perception des changements climatiques et de ses effets potentiels

Le questionnaire a demandé aux personnes interrogées d'indiquer si elles pensent que le changement climatique affecte le territoire du Parc national de Port-Cros. Plus des 2/3 des sondés pensent que le changement climatique affecte le territoire du PNPC (cf. Figure 49).



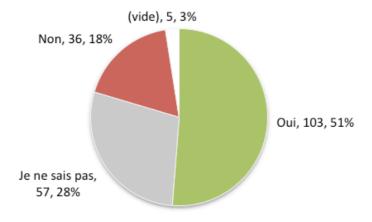
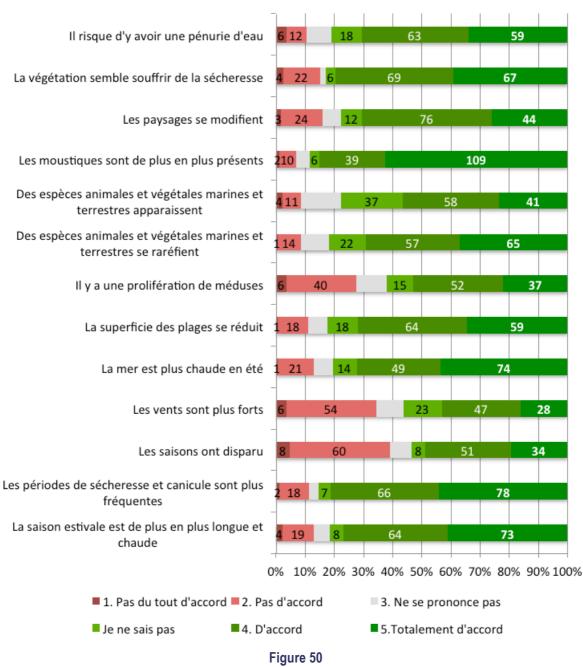


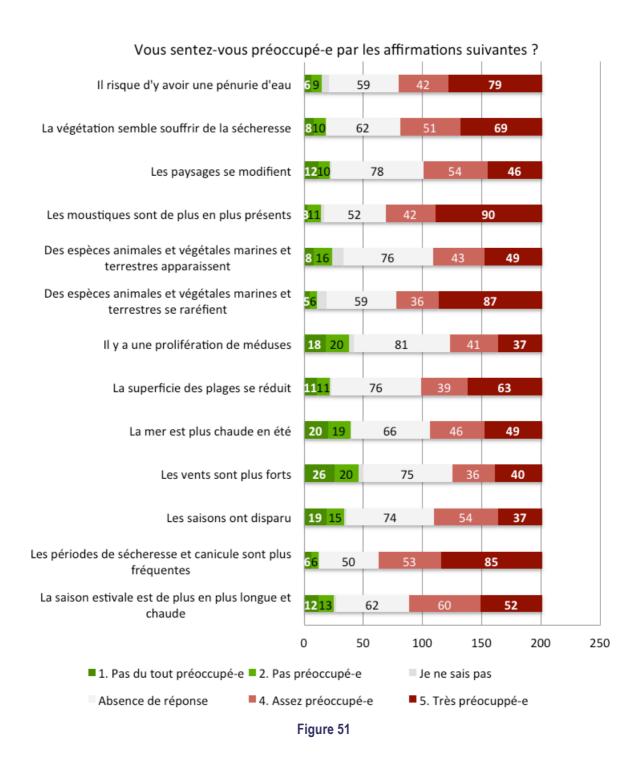
Figure 49

Le questionnaire a demandé aux personnes interrogées de se prononcer sur treize menaces proposées (cf. Figure 50). Parmi ces menaces celle qui est majoritairement reconnue par les répondant est la présence de moustiques (54% de répondants d'accord ou totalement d'accord). Ce résultat est à replacer dans le contexte de l'enquête qui a eu lieu juste après l'été 2018 qui a connu une très forte prolifération de moustiques sur le territoire du PNPC. Les réponses montrent que le confort thermique, notamment en été, est une menace avérée pour la majorité des répondants. La diminution de la surface des plages et l'érosion de la biodiversité sont également perçues comme des menaces par la plupart des répondants : ces menaces concernent directement les activités de loisir. Les menaces les moins approuvées par les enquêtés sont la disparition des saisons, une hausse de la force des vents et le constat d'une prolifération de méduses.

Etes-vous d'accord avec les affirmations suivantes?



Le questionnaire a demandé aux personnes interrogées d'estimer leur niveau de préoccupations pour les menaces présentées (cf. Figure 51). Les menaces les plus approuvées sont celles qui préoccupent le plus les enquêtés. Ainsi on retrouve parmi les menaces les plus préoccupantes : la présence de moustiques, la raréfaction d'espèces animales et végétales, des périodes de sécheresse et canicules plus fréquentes et une potentielle pénurie d'eau. La modification des paysages préoccupe peu les enquêtés malgré l'attractivité illustrée plus haut des paysages littoraux.



83

5.1.5.1 Activités de loisirs balnéaires et changements climatiques

52% enquêtés pensent que le changement climatique pourrait impacter la pratique des loisirs balnéaires, contre 18% qui pensent le contraire. Les autres ne se prononcent pas. De même, environ la moitié des enquêtés pense que le changement climatique pourrait affecter économiquement les structures proposant des activités de loisirs balnéaires.

Une question ouverte a été posée aux enquêtés pour les inciter à se projeter et essayer d'identifier comment les changements climatiques pourraient impacter leur pratique d'activités de loisirs balnéaires. D'un point de vue de la fréquence et de la périodicité de l'activité : les résultats sont mitigés auprès des personnes interrogées qui ont mentionné tant un allongement de leur activité grâce à la hausse de la température de l'eau qu'une réduction de leur pratique en raison de la météo (trop de vents pour sortir) ou de la chaleur (randonnée littorale). D'un point de vue de l'intérêt de la pratique : la majorité des enquêtés pratiquant des activités sous-marines et littorales pensent que leur pratique aura moins d'intérêt en raison d'une baisse de la biodiversité. D'un point de vue du matériel utilisé pour la pratique : la majorité des enquêtés ne croient pas que les changements climatiques généreront des modifications sur le matériel utilisé en cas d'activités pratiquées nécessitant un matériel (plongée, sports nautiques, etc.). D'un point de vue des risques pris lors de la pratique de l'activité : la majorité des enquêtés ne pensent pas que les changements climatique augmenteront les risques pris bien que certains ont mentionné une hausse des risques liés à la météo et aux courants pour la pratique du PMT. D'un point de vue financier : certains ont répondu que les changements climatiques pourraient générer une hausse des coûts liés à la pratique en raison d'une augmentation de la pratique sur les ailes de saison, notamment en carburants consommés.

5.1.5.2 Choix d'hébergement touristique et changements climatiques

L'ensemble des vacanciers enquêtés place la tranquillité comme critère principal de choix dans l'hébergement ou sa localisation (cf. Figure 52). Les deux tiers des enquêtés privilégient le prix et la proximité avec la mer/plage comme critères de choix. Ce graphique permet ainsi de mettre en lumière l'attractivité balnéaire forte du territoire auprès des touristes. Plus de la moitié de enquêtés ne se prononcent pas sur le fait que le changement climatique pourrait modifier ces critères de choix. Cela illustre la difficulté de se projeter dans l'avenir et de se saisir des changements climatiques. Parmi les personnes qui ont répondu « oui, le changement climatique pourrait modifier mes critères de choix», les causes citées ont été: la canicule (14 personnes), la présence de moustiques (2 personnes), et la sur-fréquentation (1 personne).

45% des vacanciers enquêtés pensent que le changement climatique ne contribuera pas à faire baisser le prix des locations/biens immobiliers ou terrains sur le territoire du PNPC (contre 24% d'enquêtés qui pensent le contraire).



Figure 52

5.1.5.3 Perception des enquêtés sur les pistes d'adaptation possibles

47% des enquêtés, soit presque la moitié, considère que l'adaptation des activités balnéaires aux changements climatiques représente une opportunité positive de renouvellement des pratiques contre 18% qui pense qu'elle pourrait représenter une menace pour l'économie littorale (cf. Figure 53). Cette observation est à relativiser selon la perception court-terme ou long terme du répondant. Un part des répondant considère qu'à court terme il s'agit d'une menace dont l'enjeu principal est de la transformer en opportunité.

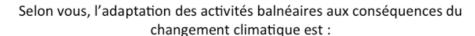




Figure 53

Des questions ouvertes ont été posées pour connaître les avis et suggestions des usagers du littoral concernant des pistes d'adaptation possibles pour les structures touristiques ainsi que pour le Parc national de Port-Cros.

- → Pouvez-vous citer trois actions que les structures touristiques pourraient mettre en œuvre en vue de s'adapter au changement climatique ?
- → Pouvez-vous citer trois actions que le Parc national de Port-Cros pourrait mettre en œuvre en vue de s'adapter au changement climatique ?

Beaucoup de réponses ont été apportées, elles sont très variées mais certaines démarches spécifiques se sont retrouvées plusieurs fois et ont été mises en valeurs dans ces questionnaires.

QUELQUES IDEES PROPOSÉES PAR LES USAGERS DU LITTORAL SUR LE TERRITOIRE DU PARC NATIONAL DE PORT-CROS...

Les thématiques abordées par les usagers du littoral ont principalement concerné la régulation de la fréquentation touristique des îles et la promotion d'un tourisme hors saison.

→ Beaucoup ont soulevé que les restaurants et clubs nautiques fermaient trop tôt dans l'année et qu'il fallait davantage valoriser les activités hors saison en incitant à une ouverture de ces structures tout au long de l'année grâce à des promotions et offres attractives (baisse des prix) pour attirer une clientèle et en développant une pluridisciplinarité des activités (culturelles, festival, etc.). Une diversification des activités, plus proches de la nature a également été proposée à plusieurs reprises.

Le deuxième point soulevé par les usagers concernant des pistes d'adaptation pour les structures touristiques a été le passage des structures vers la transition écologique : recycler, se fournir en circuits courts, économiser l'énergie, isolation des bâtis, améliorer les systèmes d'aération naturelle, valoriser l'utilisation des vélos comme modes de déplacement, ...

→ Du point de vue des actions pour le Parc national de Port-Cros, la régulation des bateaux de plaisance par une plus forte réglementation a été mentionnée plusieurs fois par les usagers.

La modification des horaires des navettes pour accéder aux îles afin d'adapter les pratiques balnéaires pour profiter plus tardivement des plages et bénéficier de sorties et d'activités nocturnes.

Améliorer et intensifier les campagnes de sensibilisation constitue une des pistes d'adaptation les plus régulièrement citées par les usagers : diffuser davantage l'information sur des éco-gestes, (économiser l'eau douce, respecter les réglementations locales, faire attention au déplacement ou à la propagation involontaire d'espèces exogènes...), améliorer la prévention contre les risques climatiques (notamment incendie) et les effets des changements climatiques, sensibiliser les touristes aux engagements des communes du Parc, etc.

La mise en place de quotas pour accéder aux îles pendant la période estivale a été soulevée. Et la régulation des passages vers les îles en fonction des risques incendie, pouvant aller jusqu'à une interdiction totale certains jours, également.

Certains enquêtés ont proposé d'étudier davantage les effets des changements climatiques sur le territoire du Parc *via* la réalisation d'études scientifiques et sociologiques pour s'assurer d'avoir des "états zéro" de connaissance dans un maximum de compartiments/thématiques, afin de voir, constater et évaluer les impacts des changements en cours, ou *via* un contrôle permanent de la température de l'eau et des effets sur la faune sous-marine, par exemple.

Enfin, du point de vue de l'aménagement du territoire, certains usagers ont suggéré la relocalisation des infrastructures balnéaires et/ou la mise en place de structures souples et démontables, le développement de parcours de fraicheur par la végétalisation et l'utilisation de matériaux captant moins de chaleur pour les bâtis ou les rues.

6 La vulnérabilité du tourisme balnéaire aux changements climatiques

6.1 Présentation de l'activité touristique sur le territoire du Parc national de Port-Cros

6.1.1 Description de l'activité touristique

6.1.1.1 Données économiques

Selon des données statistiques de l'INSEE, le département du Var est le deuxième département touristique de France (après Paris) avec 66,7 millions de nuitées enregistrées en 2017 et environ 9 millions de visiteurs annuels. Il suscite un tourisme principalement estival et concentre la moitié des nuitées en camping de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA).

Le littoral du territoire du Parc national de Port-Cros est très prisé pour le tourisme et les loisirs. Le tourisme qui se développe sur ce territoire est donc majoritairement balnéaire³⁵. Les îles de Port-Cros et Porquerolles attirent 1,3 million de visiteurs par an (plus d'1 million de visiteurs pour Porquerolles et environ 300 000 pour Port-Cros). Les flux financiers attribuables à la seule fréquentation des îles cœurs de Parc (transport, hébergement, restauration, loisirs), s'élèvent à environ 75 millions d'€/an³⁶.

Les activités touristiques bénéficient ainsi d'un potentiel et d'une attractivité exceptionnels et sont la composante majeure du dynamisme économique local. Le tourisme est cependant caractérisé par une forte saisonnalité, les séjours étant essentiellement concentrés en été, avec 70% des nuitées effectuées entre juin et août, et 25% au printemps³⁷.

L'attractivité du territoire du Parc est principalement due à :

- un climat tempéré et ensoleillé ;
- des richesses naturelles et paysagères préservées ;
- un littoral accessible.

En matière d'accueil touristique, nous distinguons le secteur marchand (hôtel, camping, autres) du secteur non marchand (composé des résidences secondaires, des bateaux de plaisance, des amis et de la famille). En 2018, l'INSEE a recensé près de 17 000 résidences secondaires et logements occasionnels pouvant accueillir des touristes (cf. Tableau 9) sur un total d'environ 37 513 emplacements, chambres et résidences secondaires (cf. Tableau 10). Soit un rapport d'environ 46% d'hébergements non marchands et 56 % d'hébergements marchands.

³⁵ Le tourisme balnéaire est une forme de tourisme caractérisé par l'attrait du bord de mer, principalement les côtes, la plage et la mer. Il constitue aujourd'hui la forme de tourisme la plus répandue dans le monde et représente ainsi un tourisme de masse.

³⁶ Données issues de la Charte du Parc national de Port-Cros, 2016

³⁷ Parcs nationaux de France et Parc national de Port-Cros, Étude « Approche des éléments de la valeur économique totale du Parc national de Port-Cros » 2013

Tableau 9 : Capacité des communes adhérentes à la Charte du PNPC en hébergement touristique au 1er janvier 2018 (réalisé à partir des données de l'INSEE)

	Nombre d'hôtels classés, 2018	Nombre de campings classés, 2018	Autres type d'hébergements collectifs, 2018	Nombre de résidences secondaires (y compris les logements occasionnels), 2015	Part des résidences secondaires (y compris les logements occasionnels) dans le nombre total des logements, 2015
Hyères	21	20	14	9078	23,60%
La Garde	1	1	0	401	3,10%
Le Pradet	1	7	5	1606	23,50%
La Croix- Valmer	9	2	5	4044	64,90%
Ramatuelle	13	7	1	2200	65,30%
TOTAL	45	39	25	17329	

Tableau 10 : Capacité d'accueil en hébergement touristique (en nombre de chambres ou emplacements) sur le territoire du PNPC au 1er janvier 2018 (réalisé à partir des données de l'INSEE)

	Nombre d'emplacements dans les campings classés, 2018	Nombre de chambres d'hôtels classés et d'hôtels de chaîne non classés, 2018	Nombre de places dans les autres hébergements collectifs, 2018	Nombre de résidences secondaires (y compris les logements occasionnels), 2015	TOTAL
Hyères	3988	928	6349	9078	
La Garde	211	8	0	401	
Le Pradet	567	10	2257	1606	
La Croix- Valmer	353	287	1203	4044	
Ramatuelle	2876	447	700	2200	
TOTAL	7995	1680	10509	17329	37513

6.1.1.2 Les principaux sites touristiques balnéaires du territoire d'étude

L'île de Porquerolles

L'île de Porquerolles est la plus vaste des îles d'Hyères (8 km de long sur environ 3 km de large) et la plus fréquentée (plus d'1 million de visiteurs par an). Elle est décrite par l'Office de tourisme de Hyères³⁸ comme une île « à deux visages » en raison de la diversité de son littoral : « Au sud, une côte escarpée dominée par des falaises où se cachent quelques calanques qui se méritent. Au nord, ambiance caraïbes avec des plages de sable fin et eaux turquoises. [...] ». Les plages sont effectivement nombreuses sur toute l'île (cf.Figure 54). Trois compagnies de navigation assurent le transport de passagers, à partir de quatre ports : La Tour Fondue (Hyères), le Port St-Pierre (Hyères), Le Lavandou, La Londe-les-Maures. Les navettes vers Porquerolles sont les plus importantes (plus de 20 navettes par jour en été). L'île peut se visiter à pied ou à vélo (certaines portions sont interdites au vélo) et de nombreux loisirs peuvent être pratiqués : baignade, sports nautiques, VTT, plongée sous-marine, balades. L'île possède d'autres attraits touristiques grâce à son patrimoine agricole, culturel et historique : la découverte de plusieurs forts (Sainte-Agathe, Petit-Langoustier, Grand Langoustier et de la Repentance), des dégustations au sein des domaines viticoles de l'île, et la visite du conservatoire botanique national méditerranéen et depuis plus récemment d'un musée d'art contemporain de la Fondation Carmignac.



Figure 54 : Sites balnéaires sur l'île de Porquerolles

-

https://www.hyeres-tourisme.com/les-iles-dor/porquerolles/

L'île de Port-Cros

Cœur de Parc depuis sa création, l'île de Port-Cros est la plus sauvage et la plus préservée des îles d'Or (cf. Figure 55). Son patrimoine naturel maritime et terrestre est d'une richesse et d'une qualité exceptionnelles. L'île présente un couvert forestier très dense et attire ainsi beaucoup de randonneurs. Les navettes venant du continent constituent le principal moyen d'accès, avec les mouillages, bien que réglementés.

Selon le diagnostic réalisé préalablement à la rédaction de la Charte du PNPC : la fréquentation totale annuelle est estimée à 265 000 personnes. Les sites les plus fréquentés sont le village, la plage de La Palud (sentier sous-marin), la plage Sud et l'anse de Port-Man (capacité d'accueil de plus de 200 bateaux au mouillage). Les itinéraires les plus fréquentés sont le sentier des Plantes qui mène à la plage de la Palud (74 194 passages entre juillet et novembre 2002) et celui du Sud qui permet l'accès à la plage du Sud (38 347 passages)³⁹.



Figure 55 : Falaises plongeant dans la mer à Bagaud, Port-Cros (photo : H. Bergère, PNPC)

La Presqu'île de Giens

Curiosité géologique unique au monde, le Presqu'île de Giens est reliée au continent par deux bras de sable de 5 km, appelés « tombolos ». Ces deux bras enserrent les salins des Pesquiers qui sont des espaces naturels sensibles abritant des zones humides et une réserve ornithologique remarquable. La configuration de la Presqu'île de Giens permet de bénéficier de nombreuses aménités quelque soit les régimes de vents, d'ouest ou d'est, car si l'un des tombolos est à l'abri des vents, l'autre sera face au vent, ce qui permet la pratique annuelle du kitesurf ou de la planche à voile. Toute la partie Sud de la Presqu'île est composée de falaises et de forêts et abrite le petit port du Niel au sud-ouest, et celui de la Tour Fondue au sud-est, qui permet de rejoindre l'île de Porquerolles.

Le nombre de plages sur la presqu'île rend le site extrêmement touristique et fait de Hyères une des stations balnéaires les plus importantes du sud de la France (cf.Figure 56). La presqu'île de Giens, a accueilli près d'un million de visiteurs en 2014.

-

³⁹ Données issues du diagnostic préalable à la Charte du PNPC, 2009

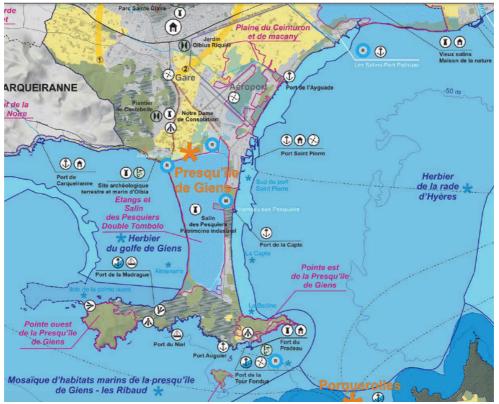


Figure 56 : Carte des vocations balnéaires du secteur de la Presqu'île de Giens (source : Charte du PNPC, 2014)

Les trois Caps : Cap Lardier, Cap Taillat, Cap Camarat

Les trois Caps de la presqu'île de Saint-Tropez (Cap Lardier, Cap Taillat et Cap Camarat) sont propriétés du Conservatoire du littoral⁴⁰. Situés sur les communes de La Croix Valmer, station classée de tourisme depuis 2011, et de Ramatuelle (cf.Figure 57), ils représentent l'un des derniers poumons verts encore non urbanisés compris entre les villes balnéaires très touristiques de Cavalaire et de Saint-Tropez. Inscrits au réseau européen Natura 2000 depuis 2006 au titre de leur exceptionnelle biodiversité, les sites du Cap Lardier, du Cap Taillat et du Cap Camarat ont fait l'objet d'un document d'objectifs pour les parties terrestre et maritime. Le site du Cap Lardier, géré par le Parc national de Port-Cros, accueille environ 300 000 visiteurs par an, et reste fréquenté pendant toute la basse saison par les randonneurs. Le site du Cap Taillat accueille environ 180 000 personnes par an⁴¹.Une grande partie de la frange littorale est accessible au public par le sentier littoral et des sentiers piétonniers parcourent la pinède méditerranéenne aux trois pins caractéristiques (Pins d'Alep, parasol et maritime).

_

Site internet du Conservatoire du littoral http://www.conservatoire-du-littoral.fr/siteLittoral/21/28-cap-lardier-83 var.htm

DOCUMENT D'OBJECTIFS SITE FR 9301624 « CAP LARDIER, CAP TAILLAT, CAP CAMARAT » - Tome 2 « Plan d'actions, préconisations de gestion et financement des actions du Littoral des Maures » SIVOM du littoral des Maures, Observatoire Marin, Version finale, validée par le comité de pilotage du 25 mai 2010 Version approuvée par le Préfet du Var le 01 juin 2010 et le Préfet maritime de Méditerranée le 12 octobre 2010

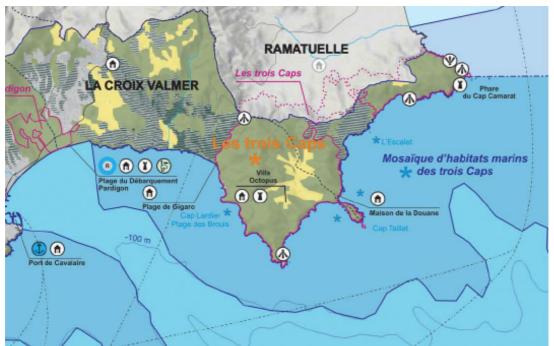


Figure 57 : Carte des vocations balnéaires du secteur des 3 Caps (source : Charte du PNPC, 2014)

La Colle Noire et les plages du Pradet

Bien que moins fréquentée que les sites mentionnés précédemment, la station balnéaire du Pradet attire des touristes grâce à ses cinq plages environnées de massifs boisés sauvages dont le Massif de la Colle Noire (cf.Figure 58). De nombreuses activités de loisir balnéaires y sont pratiquées et depuis la Charte du PNPC, le sentier sous-marin fait partie du réseau du Parc. La plage de la Garonne et le Port des Oursinières représentent des sites avec de forts enjeux touristiques.

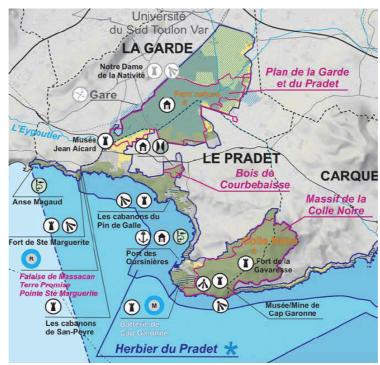


Figure 58 : Carte des vocations balnéaires du secteur ouest (source : Charte du PNPC, 2014)

6.1.1.3 Synthèse des activités de loisirs pratiquées sur le territoire du Parc national de Port-Cros

Les principales activités de loisirs balnéaires pratiquées sur le territoire sont les activités terrestres, littorales et marines suivantes :

- Activités de baignade et de plage ;
- Randonnée sous-marine (palmes-masque-tuba): sept sentiers sous-marins sont mis à disposition dans l'aire marine adjacente, à Port-Cros, la Garde, le Pradet, Hyères et la Croix-Valmer pour découvrir les richesses sous-marines⁴²;
- Sport nautiques: kitesurf, planche à voile, stand-up paddle (SUP), canoë-kayak,...;
- Randonnée pédestre et VTT: le Comité Départemental de la Randonnée Pédestre⁴³ a recensé en 2009 dix associations⁴⁴ de randonnée actives sur le territoire. Le VTT est très pratiqué sur l'île de Porquerolles. D'après le Parc national de Port-Cros, il est estimé que 20 % des excursionnistes utilisent ce mode de transport lors des journées estivales les plus fréquentées;
- Plaisance;
- Pêche de loisir;
- Plongée sous-marine (cf. partie plongée sous-marine).

⁴²http://www.portcros-parcnational.fr/fr/des-decouvertes/une-destination-dexception/des-decouvertes-en-toutes-saisons/les-sentiers-sous

⁴³ https://var.ffrandonnee.fr/html/3561/nos-missions

⁴⁴ https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1gjpcl2vgvscMjDTPYp11tTTWljsjV3Km&ll=43.13799261872352%2C6.3202 55157048223&z=12

FOCUS sur....

La plaisance et la pêche de loisir (embarquées)

Selon la Direction Interrégionale de la Mer Méditerranée (DIRM)⁴⁵, la façade Méditerranée française concentre une part essentielle des ports de plaisance et des emplois associés, de la flotte de plaisance et celle de grande plaisance. La région PACA accueille à elle seule le quart de la flotte mondiale de yachts, soit 2 000 unités. Depuis quelques années, la plaisance s'est largement développée dans l'aire marine adjacente du Parc national de Port-Cros et contribue de façon au moins équivalente à la fréquentation des îles par les visiteurs venus par les navettes à passagers⁴⁶. La part de fréquentation générée par la plaisance est en augmentation constante depuis 10 ans pour atteindre désormais plus de 40% de la fréquentation totale. Le mouillage des navires de plaisance est généralement concentré sur la côte nord de Porquerolles, la passe de Bagaud à Port-Cros et le long du littoral sur les sites abrités. Selon le diagnostic préalable à la Charte, l'AMA du PNPC est jouxtée de 26 ports (aire terrestre d'adhésion et aire optimale d'adhésion) qui offrent 9 200 anneaux, 130 mouillages organisés et 880 places à terre dans des ports à sec, soit 10 230 places répertoriées, auxquelles on peut ajouter environ 1 750 places sur mouillages forains et 400 places de bateaux stockés à terre par les propriétaires et les professionnels sur des terrains qui ne sont pas toujours riverains du littoral. La capacité d'accueil totale du périmètre est donc d'environ 12 400 bateaux de plaisance, ce qui est considérable.

La pêche de loisir jouit d'un dynamisme important et est en forte croissance sur le territoire.

Les activités de plaisance et pêche de loisir génèrent de nombreux conflits d'usage. Elles font toutefois l'objet de réglementation sur les îles du Parc national⁴⁷.

-

⁴⁵ DIRM, Document stratégique de façade Méditerranée, Etat des lieux « Chapitre 1 – Les activités maritimes et littorales », Projet – Décembre 2017, p.159.

⁴⁶ Charte du Parc national de Port-Cros, Rapport d'évaluation environnementale, 2014

⁴⁷http://www.portcros-parcnational.fr/fr/le-parc-national-de-port-cros/la-reglementation/reglementation-en-mer-port-cros-et-porquerolles

6.1.2 Les principaux enjeux du secteur touristique sur le territoire du PNPC

6.1.2.1 Enjeu : gérer la sur-fréquentation touristique

Le territoire est fortement marqué par les très fortes variations saisonnières de l'activité touristique. Pendant la période estivale, cela génère une sur-fréquentation des sites touristiques, notamment balnéaires. En mer, cette saisonnalité touristique se manifeste par une très forte fréquentation des bateaux de plaisance. La concentration de l'activité sur l'été ne favorise pas le plein emploi et la rentabilité des infrastructures. Ce fort déséquilibre est particulièrement préjudiciable à la vie économique et sociale des îles. Le développement croissant du tourisme et de la villégiature consomme peu à peu les espaces dévolus aux autres secteurs d'activité aujourd'hui moins dynamiques. De nouvelles activités maritimes se développent sur les côtes de l'aire marine adjacente : activités nautiques et de loisirs (kitesurf, paddle, parachute ascensionnel, etc.), accueil de croisiéristes, accueil de la grande plaisance, etc. Ces évolutions tendent à faire du littoral et de la mer un espace toujours plus tourné vers les pratiques de loisirs et touristiques, qui doivent trouver leur place en bon équilibre avec les autres activités touristiques et balnéaires, mais aussi avec les professionnels de la mer et notamment les pêcheurs. L'intensité et la diversité des pratiques touristiques (activités de loisirs) génèrent, en période estivale, des tensions entre des usages concurrents sur l'espace et sur les ressources.

	Forte saisonnalité touristique car tourisme principalement balnéaire.
	• Enjeux de praticabilité du territoire (Presqu'île de Giens).
	Enjeux de consommation des espaces.
	• Enjeux de capacité de charge du territoire.
×	• Difficile transition vers un tourisme durable : l'écotourisme, défini comme étant un
Enjeux	tourisme attentif à ses impacts, plus respectueux des patrimoines, des traditions et des
ū	habitants.
	Forte pression sur l'environnement.
	• Impact sur le dynamisme local du territoire hors saison estivale.
Impacts	• Conflits d'usage entre activités de loisirs et entre activités de loisirs et activités
l ğ	professionnelles sur les espaces littoral et maritime.
=	Insatisfaction des visiteurs.
	• Réglementation spécifique de la pêche de loisir : zones de pêche réglementées et quota
	annuel d'autorisation de pêcheurs de loisir à Porquerolles ⁴⁸ .
_	• Dialogue instauré au sein du CESC du Parc national de Port-Cros avec les acteurs du
ns,	tourisme.
l ij	• Charte : promotion du tourisme durant les ailes de saison <i>via</i> la proposition de formules
¥	attractives hors saison (Porquerolles), et la volonté de diversifier les activités
o	touristiques en les axant davantage sur l'offre culturelle, l'agritourisme etc.
ati	• Label « Esprit Parc national » : mettre en avant les professionnels « vertueux ».
Réglementation, Actions,	 Label « Esprit Parc national » : mettre en avant les professionnels « vertueux ». Créer des produits éco-touristiques : le Parc national de Port-Cros est le premier parc national français à intégrer le catalogue de produits éco-touristiques du réseau « Mediterranean Experimentation of Ecotourism » (MEET). L'Opération Grand Site (OGS) : requalifier les déplacements sur la Brosqu'île de Gions
em	national français à intégrer le catalogue de produits éco-touristiques du réseau
égl	« Mediterranean Experimentation of Ecotourism » (MEET).
م تم	• L'Opération Grand Site (OGS) : requalifier les déplacements sur la Presqu'île de Giens.

⁴⁸ Document « Liste des pêcheurs de loisir autorisés autour des îles de Porquerolles » visible sur le site de la DIRM : http://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/peche-de-loisir-iles-de-porquerolles-sarranier-a2644.html

6.1.2.2 Enjeu: adapter le tourisme littoral aux changements climatiques

Par définition, le tourisme exploite un espace géographique (Gómez, 2004), lequel est caractérisé par divers attributs tels que sa topographie, ses paysages, ses ressources. Or ces éléments sont plus ou moins directement conditionnés par des conditions climatiques passées et présentes (Magnan, 2009). Toutefois, le phénomène touristique est complexe et d'autres facteurs interviennent dans le choix d'une activité touristique ou d'une destination tels que les aspects économiques, sécuritaires et/ou l'aménagement du territoire d'un point de vue touristique.

Si le lien tourisme et conditions climatiques (Dubois et Ceron, 2006) n'est plus à démontrer, les changements climatiques posent de nouveaux enjeux.

- Une faible perception des entreprises touristiques du changement climatique : phénomène climatique lointain, et difficile à saisir ;
- La notion d'adaptation aux changements climatiques est encore peu intégrée par les acteurs du tourisme : elle n'entre pas dans leurs stratégies de développement touristique ;
- Enjeux de confort touristique;
- Enjeux de maintien de l'attractivité des paysages méditerranéens ;
- Sécurité des personnes car population touristique plutôt âgée, familiale, faible culture du risque et faible capacité d'adaptation ;
- Capacité de charge du territoire.

Enjeux

6.2 Evaluation de la vulnérabilité

6.2.1 L'exposition aux changements climatiques du tourisme balnéaire

Les facteurs d'exposition considérés dans cette partie sont soit des tendances de paramètres climatiques, soit des risques d'occurrence d'évènements climatiques extrêmes (aléas), soit des modifications de l'environnement résultant des changements climatiques qui, du point de vue de l'activité socio-économique, constituent des facteurs d'exposition mais pourraient être considérées comme impacts du point de vue des écosystèmes. Les principaux facteurs d'exposition pouvant impacter le tourisme balnéaire sont des évolutions en termes de :

- la température de l'air, occurrences et intensité des canicules ;
- la sécheresse et le risque incendie ;
- les risques côtiers ;
- la prolifération d'espèces pathogènes et/ou invasives.

6.2.1.1 Température de l'air et canicules (terrestres)

Les tendances et impacts potentiels de la température de l'air (Tableau 11) et des évènements de canicule (Tableau 12) sont résumés dans les tableaux suivants.

Tableau 11 : Impacts potentiels de l'augmentation de la température de l'air

Tendances climatiques mesurées	Impacts avérés sur le tourisme	Tendances climatiques probables à horizon 2035	Impacts potentiels à horizon 2035
Hausse des températures significative (période de référence 1961-1990) : • en hiver : Tmin +0,1°C par décennie,	Pas de diminution observée de la fréquentation touristique en été : les touristes aiment la chaleur et la brise marine sur le	Augmentation globale des températures moyennes de l'air (jusqu'à +1,5°C) selon les RCP, tous mois et toute saison confondus (moins	Allongement de la saison estivale et nette augmentation de la fréquentation touristique sur les ailes de saison.
Tmax +0,3°C par décennie • en été : Tmin +0,4°C par décennie, Tmax +0,4°C à +0,6°C par décennie	territoire vient atténuer les sensations de chaleur, rendant la côte encore plus attractive en été.	fort au printemps). +20 journées d'été (environ).	Risque d'accroissement de la pression sur la capacité de charge ⁴⁹ , notamment sur l'île de Porquerolles et la
76,7 journées d'été par an (référence 1996-2015)	Déplacement de la fréquentation touristique vers les ailes de saison (printemps/automne) Impacts positifs de la hausse de la température de la mer.	Nombre médian de journées d'été par an : 95,9 (scénario RCP 4.5) à 99,4 (scénario RCP 8.5).	Presqu'île de Giens. Hausse globale de la pratique d'activités de loisirs balnéaires en saison estivale (d'avril/mai à octobre/novembre).

⁴⁹ La capacité de charge touristique correspond, selon l'Organisation mondiale du tourisme (OMT), au « nombre maximum de personnes qui peuvent visiter en même temps une destination touristique, sans entraîner une destruction de son environnement physique, économique et socio-culturel et une réduction inacceptable de la satisfaction de ses utilisateurs

». (Coccossis et al., 2002)

_

Tableau 12 : Impacts potentiels des canicules (terrestres)

Tendances climatiques mesurées	Impacts avérés	Projections climatiques à horizon 2035	Impacts potentiels à horizon 2035
Augmentation significative du nombre de journées chaudes depuis 1960: +6j à +8j par décennie Des étés caniculaires: 2003 (le plus chaud), 2015, 2017, 2018 Dans la période de référence 1996-2015: - le nombre de vagues de chaleur (Tmax> de plus de 5°C par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs) est à 0 - le nombre de jours anormalement chauds (Tmax de plus de 5°C par rapport à la normale) est 8,8 - le nombre médian de nuits tropicales (température minimale moyenne > 20°C) se situe à 23,1 par an	Impact des canicules : - décalage des créneaux horaires de sorties - gêne ressentie par la clientèle touristique Diminution du nombre de visiteurs âgés (encore non significative aujourd'hui) Impact sur le tourisme de plein air en saison estivale (inconfort thermique)	Des vagues de chaleur devraient survenir : entre 1 à 2 période par an selon les scénarios Le nombre de jours anormalement chauds devrait plus que doubler et atteindre le nombre médian de 20,4 (RCP 4.5) ou 24,5 (RCP 8.5) par an Le nombre médian de nuits tropicales va considérablement augmenter et devrait atteindre 36,7 (RCP 4.5) ou 42,1 (RCP 8.5) nuits par an	Diminution de la fréquentation touristique en été au profit d'autres destinations touristiques (montagne) / Compensation de fréquentation possible par un autre type de clientèle, attiré par des destinations chaudes Evolution des pratiques touristiques : décalage des horaires de sorties pour éviter la chaleur par exemple Hausse de l'inconfort thermique dans les structures d'accueil, notamment de plein air comme les campings Hausse du risque de déshydratation

6.2.1.2 Précipitations, sécheresse et risque incendie

Les principaux impacts générés par la baisse des précipitations couplée avec l'augmentation des températures (évapotranspiration) sont :

- la sécheresse ;
- le risque incendie (aggravé par les vents forts et tournants).

Un historique des évènements de sécheresse et des incendies sur le territoire du PNPC est disponible en Annexe 14.

Le Tableau 13 résume les impacts potentiels de la sécheresse et du risque incendie sur le tourisme balnéaire en termes d'accueil de visiteurs et d'activités de plein air sur le littoral.

Tableau 13 : Impacts potentiels de la baisse des précipitations et des aléas "sécheresse" et "risque incendie" sur le tourisme balnéaire dans le territoire

- Baisse des cumuls moyens au printemps et en été depuis 1960 - Forte variabilité interannuelle toutes saisons confondues	Tendances climatiques mesurées	Impacts avérés	Projections climatiques à horizon 2035	Impacts potentiels à horizon 2035
incendie: - l'île de Porquerolles - les Trois Caps Baisse de la biodiversité (et notamment des insectes) observée par les promeneurs Modification du paysage patrimonial (e.g. les paysages viticoles à Baisse de la biodiversité (et notamment des cours d'eau et le niveau des nappes phréatiques Augmentation du risque incendie en occurrence et en intensité	Précipitations: - Baisse des cumuls moyens au printemps et en été depuis 1960 - Forte variabilité interannuelle toutes saisons confondues Forte variabilité des niveaux d'exposition au sein du territoire d'étude: Les secteurs les plus secs: - les îles de Porquerolles - l'île du Levant Les secteurs les plus vulnérables au risque incendie: - l'île de Porquerolles	Restriction d'accès aux massifs forestiers => Concentration des touristes sur les plages (notamment à Porquerolles) Modification des circuits de randonnée et moins de sorties possibles Fermeture du sentier du littoral Impact de la sécheresse: Baisse de la disponibilité des ressources en eau (en particulier à Porquerolles) Baisse de la biodiversité (et notamment des insectes) observée par les promeneurs Modification du paysage patrimonial (e.g. les	Le nombre de jours où le cumul de pluie dépassera 20 mm sera relativement stable, tout comme le nombre de jours de pluie : pas de tendance claire de l'évolution des précipitations extrêmes basées sur la modélisation. Diminution des précipitations annuelles : -2% à -20% aux horizons 2035 et 2085 => Accentuation du déficit hydrique dans les sols en été Forte augmentation des sécheresses estivales en durée et en intensité => impacts sur les sols, le débit des cours d'eau et le niveau des nappes phréatiques Augmentation du risque incendie en occurrence et	Baisse accrue de la disponibilité des ressources en eau => Baisse de la capacité d'accueil saisonnier => Conflits d'usage Baisse de l'intérêt paysager, floristique et faunistique. Mais incertitude quant au niveau d'acceptabilité par les touristes Hausse du sentiment d'insécurité (risque incendie) : les touristes pourraient préférer des destinations touristiques

6.2.1.3 Risques côtiers

Parmi les changements climatiques, l'élévation du niveau de la mer, les fortes pluies, l'intensité des vents peuvent accroître l'occurrence des tempêtes et les risques côtiers tels que l'érosion côtière, la submersion marine, l'inondation et également le risque de glissement de terrain.

En Méditerranée, la température de la mer a augmenté ces trente dernières décennies et joue un rôle dans l'élévation du niveau de la mer qui est de l'ordre de 2,6 mm par an sur les côtes méditerranéennes. L'élévation du niveau de la mer amplifie les phénomènes de submersion marine et d'érosion côtière. La concomitance des phénomènes de submersion marine et d'inondation par débordement des fleuves côtiers est une réalité du climat méditerranéen.

Il est possible de dégager quelques grandes tendances à l'échelle de temps historique (1920-2011) pour l'ensemble des plages du SCoT Provence Méditerranée (PM)⁵⁰. Les résultats montrent que :

- la majorité des plages montre une tendance plus ou moins marquée par une érosion générale à l'échelle de temps historique (1920-2011) : la grande majorité des reculs observés est de l'ordre de -0.1 à -0.5m/an ;
- les vitesses de recul sont généralement inférieures à 1m/an;
- les plages dont les évolutions sont comprises entre -0.2 et 0.2m/an peuvent être considérées comme stables : plage de la Garonne au Pradet, plages de Carqueiranne, plage de l'Almanarre, plages à l'ouest du port de Bormes-La Favière).

Selon le SCoT PM, l'inventaire des phénomènes historiques (1855-2014) montre que les tempêtes et les submersions marines ont affecté régulièrement les communes du SCoT, avec des ampleurs parfois équivalentes aux phénomènes constatés récemment mais une augmentation significative du nombre d'évènements ces quinze dernières années.

Actuellement, les risques côtiers impactent le tourisme en menaçant progressivement la sécurité des biens et des personnes. Ils impactent fortement les accès au littoral et les paysages ce qui nuit grandement à un tourisme local fortement balnéaire. Sur la commune du Pradet par exemple, le sentier littoral a été fermé à cause de l'érosion et du risque de glissement de terrain. Dans cette même commune, des dommages ont été constatés sur les postes de secours situés sur des plages suite à des tempêtes. Autre exemple, le site des Salins des Pesquiers à Hyères est très impacté par le risque de submersion : ce site touristique ferme lors des alertes orange car il ne peut garantir la sécurité des visiteurs. Les Vieux Salins sont aussi menacés par des intrusions marines dans la nappe phréatique dont dépend la pérennité de la gestion hydraulique des Vieux Salins.

Les projections climatiques soutiennent une augmentation de la variabilité de la pluviométrie, qui impliquerait une augmentation d'évènements « cévenols », générant des tempêtes et une surélévation du niveau moyen de la mer. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes (événements extrêmes) impactera l'érosion côtière. Pour la submersion marine 51, l'effet des changements climatiques impliquerait une élévation du niveau marin qui accentuera les remontées d'eau (surcotes) lors des épisodes de tempêtes. L'augmentation de la profondeur d'eau en proche côtier facilitera la propagation des vagues d'amplitude plus importante à la côte, augmentant ainsi le risque de « franchissements par paquets de mer ». Les plus fortes vagues arrivant à la côte pourront également générer des phénomènes d'érosion et de déstabilisation des ouvrages de défense, aboutissant à des ruptures.

-

⁵⁰ A une échelle de temps plus courte (1998-2011, par exemple), les évolutions naturelles sont considérées comme trop biaisées par les modes de gestion mis en place par les communes pour être représentatives.

⁵¹ Concernant la submersion marine, l'Etat a produit un Porter à connaissance le 28 avril 2017 qui fixe des côtes à prendre en considération à échéance 2030 et 2100, respectivement à 2m00 et 2m40 vis-à-vis du risque de submersion.

Selon le SCoT PM, la projection de l'aléa à 2050 et 2100 confirme la tendance générale d'érosion du trait de côte. Ainsi, dès l'échéance 2050, la persistance des grandes plages du littoral est menacée de manière significative, mais généralement limité à la bande sableuse récréative : la plage de l'Almanarre Tombolo – Ouest à Hyères et les plages de la Rade d'Hyères, en particulier les tronçons situés au sud des structures portuaires. Les plages de poche de petite ampleur sont plus résilientes face à ces aléas. Les projections à 2100 aggravent ce constat d'érosion mais elles mettent en évidence un impact plus important du recul du trait de côte qui pourra affecter les infrastructures et en particulier les routes du front de mer :

- route du Sel sur le Tombolo Ouest, au niveau de l'Almanarre à Hyères ;
- route littorale RD42 le long de la plaine du Ceinturon à Hyères ;
- route du front de mer centre Lavandou.

Les résultats de l'analyse des distances et des surfaces projetées à 2100 montrent :

- le recul moyen sur l'ensemble des plages est de 10m entre 2011 et 2100;
- 80% des secteurs seront en érosion et 20% seront en accrétion ou seront stables;
- la grande majorité des évolutions se situeront entre +4,5m et -60 m avec une valeur maximale de -94m pour le littoral des Vieux-Salins à Hyères ;
- entre 2011 et 2100, en 90 ans, 68 ha d'espace littoral seront perdus contre 4 ha.

Le Tableau 14 résume les impacts potentiels de ces paramètres et aléas climatiques sur le tourisme balnéaire.

Tableau 14 : Impacts potentiels de l'accroissement des risques côtiers par les changements climatiques sur le tourisme balnéaire

Tendances et aléas climatiques mesurés	Impacts avérés sur le tourisme	Projections climatiques	Impacts potentiels
Elévation du niveau de la mer: +2,6 mm/a, (3 dernières décennies) Amplification des phénomènes de submersion marine et d'érosion côtière La majorité des plages recule de -0.1 à -0.5 m/an (1920-2011)	Discontinuité du sentier littoral Baisse de l'intérêt paysager suite à l'érosion Dommages matériels sur des infrastructures situées en bordure de plage Fermeture des Salins (risque de submersion) Intrusion marine dans les nappes phréatiques => impact le système hydraulique des Vieux Salins.	Variabilité accrue de la pluviométrie => tempêtes et surélévation du niveau moyen de la mer Erosion côtière accrue par les tempêtes Risque de submersion « par débordement » accru Augmentation du risque de « franchissements par paquets de mer » Ruptures des ouvrages de défenses (digues, etc.) Fort recul de la bande sableuse des grandes plages (recul moyen de 10m d'ici à 2100) Dégâts des routes du front de mer	Baisse des activités de loisirs balnéaires de type baignade et risque de concentration des touristes sur des espaces restreints Dégradation de la qualité paysagère côtière Dégâts matériels sur les structures d'accueil et les infrastructures routières Risque de sécurité des personnes Hausse du sentiment d'insécurité

FOCUS SUR...

... Les principales zones exposées aux aléas érosion côtière et submersion marine sur le territoire du Parc national de Port-Cros

Secteur ouest : La Garde/Le Pradet

Le quai du port des Oursinières est régulièrement submergé et la plage de la Garonne, site de fréquentation touristique, est vulnérable aux submersions marines.

Secteur Hyères et ses îles

- 1. la Presqu'île de Giens : le double tombolo :
 - plage de l'Almanarre (tombolo-ouest) est fortement soumise à érosion côtière avec la formation de brèches dans le cordon sédimentaire,
 - les Salins des Pesquiers sont des zones humides situées au dessous du niveau de la mer et fortement vulnérables aux risques de submersion marine :
 - « On a un risque de submersion marine, direct et indirect, et corrélé à l'inondation. Lorsqu'il y a de grosses tempêtes, les vagues sont suffisamment hautes pour dépasser le cordon dunaire du tombolo ouest, arriver sur la route puis se déverser dans le canal de ceinture des Salins.» (verbatim extrait d'un gestionnaire des Salins d'Hyères),
 - les plages de la Rade d'Hyères, en particulier, les tronçons situés au sud des structures portuaires ;
 - Le littoral des Vieux Salins : à horizon 2100, le littoral des Vieux-Salins pourrait perdre jusqu'à 9ha de surface (-94m) ;
 - la Plaine du Ceinturon est fortement soumise au risque de submersion marine.

Les évènements récents de 2008, 2010 et 2011 ont marqué le littoral et la mémoire des riverains. Ils étaient liés à des tempêtes de secteur est/ sud-est. En effet, le territoire hyérois connaît des submersions marines tous les ans sur la route du Sel notamment. En mai 2010 et novembre 2011, il a connu des submersions marines importantes. Ces phénomènes ont été reconnus comme catastrophes naturelles via des arrêtés « Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues ».

Secteur est : La Croix-Valmer/Ramatuelle

Selon le SCoT Golfe de Saint Tropez, les plages du territoire sont très largement ouvertes aux vents et houles provenant de l'est : cas de la plage de l'Escalet (Ramatuelle) ou du versant ouest du Cap Lardier de par la mise en place de phénomènes de diffraction autour du Cap. Certaines plages, peu nombreuses sont soumises au Mistral, comme la plage de la Bouillabaisse (La Croix-Valmer). Enfin, d'autres plages subissent des vents et des houles de type thermique notamment en période estivale : la partie orientale de la baie de Cavalaire jusqu'à l'extrémité du Cap Lardier.

Concernant le recul du trait de côte : la plage de Gigaro (La Croix-Valmer) est fortement soumise à érosion en raison des infrastructures routières en arrière-littoral. Les projections à 2100, du fait de la simple montée des eaux de 40 cm aggravent ce constat d'érosion et de plus, elles mettent en évidence un impact plus important du recul du trait de côte qui pourra affecter les infrastructures en particulier les routes du front de mer.

Selon le SCoT, les plages en régression sur le territoire sont :

- Escalet Ramatuelle
- Taillat est Ramatuelle
- Taillat ouest La Croix-Valmer
- Gigaro nord (route) La Croix-Valmer
- Gigaro sud (conservatoire) La Croix-Valmer



Figure 59 : Plage de Gigaro - (source : SCoT Golfe de Saint Tropez, 2018)

6.2.1.4 Prolifération d'espèces pathogènes et/ou invasives

L'évolution des températures et des précipitations augmente les risques de prolifération d'espèces pathogènes ou invasives. En terrestre, c'est le développement des moustiques qui est particulièrement impactant pour le tourisme. En mer, ce sont les blooms de gélatineux et la prolifération d'une micro-algue toxique (du genre *Ostreopsis*) qui représentent des gênes ou des risques sanitaires impactant le tourisme balnéaire.

Le développement des moustiques (GREC-SUD : Claeys C., Lagneau C., 2017)

L'ensemble des anomalies climatiques envisagées par les scénarios d'émissions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (horizons 2020, 2050 et 2080) entraîne un élargissement de l'enveloppe bioclimatique vers le nord et l'ouest de la France. L'évolution des éclosions de la principale espèce de moustique très nuisible du littoral méditerranéen, Aedes (Ochlerotatus) caspius, a été étudiée en 2012 dans un contexte de changement climatique. Inféodée aux zones humides d'eau saumâtre à submersions temporaires, cette espèce est active de mars à octobre, passant l'hiver à l'état d'œufs diapausants (développement en arrêt). Un modèle d'occurrences d'éclosions a été développé à partir de la base de données des interventions quotidiennes de l'Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen, sur la période 2004-2009. Les caractéristiques du sol, la température minimale, la photopériode, l'amplitude des températures, et à un degré moindre les précipitations, les irrigations artificielles à des fins agropastorales ou cynégétiques, ainsi que leur variabilité, constituent les principaux facteurs qui expliquent la dynamique d'Aedes caspius. L'augmentation des températures à l'horizon 2050 allongerait la période d'activité des moustiques, mais aussi la période de vie en plein air des êtres humains, ce qui les exposerait de ce fait à un temps de nuisance accru. Les arbovirus transmis par les moustiques, tels que la dengue, le chikungunya et la fièvre jaune, constituent quant à eux des problèmes de santé publique sérieux compliqués par la récente dissémination à l'échelle planétaire. Des travaux scientifiques ont démontré une relation étroite entre la température et la réplication virale chez les moustiques, donnant lieu à un raccourcissement de la période d'incubation extrinsèque (cycle du virus dans le moustique), une augmentation du taux d'infection et une dissémination plus rapide, bien que cela varie selon l'espèce et le virus. Ainsi, le moustique tigre Aedes albopictus et Aedes aegypti seraient moins infectés par les virus du chikungunya et de la fièvre jaune à haute température, mais le seraient davantage par le virus de la dengue. Des précipitations abondantes, telles que les épisodes cévenols, peuvent entraîner la mise en eau de nombreux microgîtes urbains anthropiques généralement secs, ce qui a pour conséquence une augmentation de l'abondance des populations du moustique tigre. Les modélisations récentes ont toutefois montré que sa diffusion et son établissement dans le sud de la France dépendent davantage des activités humaines (transport notamment) et de l'utilisation des sols que du changement climatique.

<u>Ostreopsis</u>, une micro-algue benthique toxique qui prolifère en Méditerranée (GREC-SUD : Claeys C., Lemée R., Mangialajo L., 2017)

Depuis une vingtaine d'années, les **micro-algues benthiques toxiques du genre** *Ostreopsis* (Dinoflagellés), originaires des tropiques, prolifèrent en été dans différentes zones tempérées dont le bassin méditerranéen. Des études scientifiques mettent en avant le rôle important de la température de l'eau de mer sur l'intensité des efflorescences estivales qui semblent se produire lors des années les plus chaudes. L'implication du changement climatique dans l'extension de ce phénomène en zones tempérées a donc été suggérée, mais aucune preuve scientifique robuste n'a encore été produite. Il pourrait également s'agir d'espèces introduites, dont le développement serait facilité par le réchauffement climatique et les activités anthropiques. En Méditerranée, *Ostreopsis* se développe en période de forte chaleur (juillet, parfois août) à très faible profondeur (0,5 m), principalement sur

les zones rocheuses recouvertes de macro-algues. Des mortalités d'invertébrés marins (mollusques, oursins, crabes...) sont observées lors des efflorescences les plus importantes. Les micro-algues peuvent se détacher du fond et se concentrent alors à la surface de l'eau. C'est là où se situe est le principal danger : en cas de vent, les micro-algues, leurs fragments ou leurs toxines peuvent être transportés par les aérosols et même les personnes hors de l'eau (sur les plages, les routes ou dans les habitations) peuvent être affectées par simple contact ou inhalation. Les Dinoflagellés benthiques sont connus dans les zones tropicales pour être à l'origine d'intoxications alimentaires sévères, suite à la consommation de crabes ou de poissons. Aucune intoxication alimentaire liée à Ostreopsis n'a été recensée jusqu'à présent sur nos côtes, cependant des irritations cutanées ou oculaires, mais aussi des symptômes de type grippal avec des difficultés respiratoires peuvent apparaître. Une analyse sociologique exploratoire réalisée en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2014 montre que le phénomène est aujourd'hui largement méconnu du grand public. Les acteurs sociaux interviewés, les usagers et les gestionnaires de plages ne font pas ou peu le lien entre Ostreopsis et les symptômes dont elle peut être à l'origine, quand bien même les ont-ils déjà ressentis. Si la fermeture temporaire au cœur de la haute saison touristique (août 2013) d'une des plages de Villefranche-sur-Mer a marqué les mémoires des usagers locaux et des habitués, elle n'est cependant pas associée au bloom d'Ostreopsis pourtant à l'origine de l'arrêté municipal, mais à une pollution momentanée.

En 2018, une forte prolifération des moustiques sur le territoire du PNPC a fortement impacté le tourisme local. Des plaintes de voyageurs ont été relevées à Porquerolles et aux Salins⁵². A Hyères, des personnes ont écourté leur séjour dans des campings (Giens). Dans les Salins, des visites guidées ont du être interrompues à cause de la gêne occasionnée par les moustiques.

<u>Les gélatineux le long du littoral provençal</u> (GREC-SUD : Claeys C., Marchessaux G., Thibault D., 2017)

Partie intégrante du plancton, les organismes gélatineux (méduses, cténaires et tuniciers pélagiques), même lorsqu'ils atteignent 2 m de diamètre, sont transportés par les courants. De rares espèces ont cependant la capacité de lutter contre les courants et certaines réalisent des migrations journalières entre la surface des océans (ou des mers) et les profondeurs (entre 400 et 600 m), telle que Pelagia noctiluca en mer Méditerranée, alors que d'autres doivent rester en surface la journée, hébergeant dans leurs tissus des organismes photosynthétiques. En Méditerranée, des méduses, comme les Pelagia noctiluca, Aurelia aurita, Rhizostoma pulmo, Chrysaora hysoscella (toutes plus ou moins urticantes) ou des cténaires (Mnemiopsis leidyi, espèce introduite non urticante) sont observées régulièrement, parfois en nombre très élevé. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les effets de ces proliférations touchent à ce jour principalement les activités balnéaires et la pêche. Sur les plages, Pelagia noctiluca est la principale incriminée. Très urticante, sa présence peut amener les baigneurs à provisoirement et localement déserter les zones les plus touchées. Les impacts économiques demeurent, selon les témoignages des acteurs locaux interrogés, relativement acceptables, car ponctuels. Dans les lagunes côtières (notamment les étangs de Berre et du Vaccarès), les pêcheurs professionnels sont les plus affectés par la prolifération de Mnemiopsis leidyi, espèce exotique invasive qui obstrue leurs filets. Ces derniers témoignent de manques à gagner significatifs. Ces proliférations de cténaires perturbent tout particulièrement la pêche à l'anguille soumise à une forte saisonnalité. Il demeure cependant difficile d'observer et d'étudier les organismes gélatineux et plus encore, de prévoir leur échouage sur les plages en temps réel. En outre, l'apparente augmentation de leur nombre dans le monde, tout comme en Méditerranée, reste à confirmer. Il existerait une combinaison complexe de facteurs qui favoriserait la prolifération de gélatineux : augmentation de

⁵² « Une humidification du climat amplifierait cela. On a eu une très mauvaise presse cet été, les gens ne reviendront pas. » Verbatim extrait d'entretien

la température de l'eau, force et direction des courants, croissance du plancton, artificialisation du littoral, surpêche de poissons planctonophages (sardine, anchois, harengs) et introduction d'espèces invasives.

Le Tableau 15 résume les impacts potentiels des développements d'espèces toxiques ou invasives sur le tourisme balnéaire dans le territoire du PNPC.

Tableau 15 : Impacts du développement d'espèces toxiques ou invasives sur le tourisme balnéaire dans le territoire du PNPC

Facteurs d'exposition	Impacts avérés	Tendances probables	Impacts potentiels
Moustiques Elévation des température et précipitations abondantes => Augmentation des populations de moustique tigre	- Gêne des touristes surtout en logement en plein air : plaintes, raccourcissement de séjours en camping - Baisse des activités de loisirs balnéaires et en plein- air notamment dans les zones humides comme les Salins	Allongement de la période d'activité qui serait à la fois plus précoce de 15 jours et plus tardive de 26 jours (scénario intermédiaire à horizon 2050 du GIEC)	- Baisse de la qualité du séjour / Déception - Perte économique potentielle des structures touristiques en plein-air - Baisse des activités de loisirs en plein-air - Risques de transmission de maladies
Ostreopsis ovata Développement en période de forte chaleur (juillet, parfois août) à très faible profondeur (0,5 m), principalement sur les zones rocheuses recouvertes de macroalgues	Impacts non avérés sur le territoire du PNPC	Tendance à la hausse mais l'implication du changement climatique dans l'extension de ce phénomène en zones tempérées a été suggérée, mais aucune preuve scientifique robuste n'a encore été produite	- Risque sanitaire - Baisse des activités de loisirs balnéaires fermeture des plages, conséquences économiques non négligeables
Méduses (Pelagia noctiluca) Augmentation qui reste à confirmer. Episodes ponctuels en été sur les plages du territoire du PNPC	Peu d'impacts économiques car épisodes très ponctuels. - Gêne des baigneurs : espèce urticante	Il demeure difficile d'observer et d'étudier les organismes gélatineux et plus encore, de prévoir leur échouage sur les plages en temps réel	- Dérangement des touristes générant potentiellement une baisse des activités de loisirs balnéaires avec des répercussions socio- économiques
Caulerpa taxifolia et Caulerpa cylindracea (cf.partie plongée) Expansion de Caulerpa cylindracea : sur tous types d'habitats marins (fonds rocheux, fonds sableux, matte morte, coralligène) et difficile à maîtriser Gestion de plus en plus maîtrisée de la Caulerpa taxifolia	Impact sur les paysages sous- marins = impacte la pratique de la randonnée sous-marine (palmes, masque, tuba)	Prolifération potentielle liée à l'augmentation de la température de la mer (cf. partie plongée)	-Baisse de l'attractivité des activités balnéaires et marines

6.2.2 Les facteurs de sensibilité et de capacité d'adaptation du tourisme balnéaire

6.2.2.1 Les facteurs de sensibilité

Des pratiques touristiques vulnérables sur le territoire

L'attractivité du littoral et de la mer génère une forte saisonnalité touristique et conditionne le développement touristique du territoire du Parc national de Port-Cros. La politique balnéaire qui a suivi l'obtention des congés payés s'est longtemps concentrée sur un tourisme de masse puisant ses arguments dans le sable et le soleil et générant d'importants besoins en infrastructures d'accueil. Cela a entrainé une banalisation des littoraux au détriment de la culture maritime et littoral propre à chaque territoire. Ainsi, des pratiques balnéaires sont bien ancrées sur le territoire et possèdent des caractéristiques qui peuvent amplifier la vulnérabilité du secteur touristique aux changements climatiques. Ces caractéristiques sont les suivantes :

La localisation des sites touristiques sur le territoire.

Selon la localisation du site, la sensibilité aux épisodes de fortes chaleurs est plus ou moins forte. Par exemple, la commune du Pradet est davantage impactée par l'îlot de chaleur urbain généré par l'agglomération toulonnaise, tandis que les îles du Parc bénéficient d'une brise marine en raison de leur caractère insulaire.

La saisonnalité touristique.

Illustrée par une forte fréquentation estivale, la saisonnalité amplifie les impacts liés au climat. Face à l'érosion côtière, la fréquentation touristique peut générer une concentration de touristes sur des espaces balnéaires de plus en restreints. Cette saisonnalité estivale amplifie le risque de déception et de gêne des touristes face à des effets des changements climatiques comme la prolifération d'espèces invasives et pathogènes. En cas de sécheresse, le tourisme génère des conflits d'usage liés à l'eau en impactant la capacité de charge du territoire. Sur l'île de Porquerolles qui est la vitrine touristique du département du Var et du territoire d'étude, cette problématique est particulièrement importante car l'île est dépendante du continent en eau et souffre de plus en plus de stress hydrique. Sur la Presqu'île de Giens, il y a également un véritable enjeu d'accueil du public, notamment du point de vue des déplacements touristiques. La fréquentation touristique n'est pas suffisamment bien maîtrisée sur ces milieux sensibles que sont l'île de Porquerolles et la Presqu'île de Giens et peut ainsi devenir source de risque en aggravant les effets négatifs des changements climatiques. Cette pratique du tourisme met en colère la population, et induit des dysfonctionnements qui justifient une insatisfaction des visiteurs. La vocation balnéaire de Hyères et des îles semble menacée si elle ne se transforme pas.

Un tourisme sur les îles « à la journée ».

La sur-fréquentation touristique des îles est caractérisée par « la fréquentation quotidienne des gens qui débarquent des navettes et qui repartent le soir » comme le décrivent nos enquêtés. Cette fréquentation est en majorité générée par les plaisanciers qui sont nombreux à arriver sur l'île en bateau. Cette pratique touristique ne bénéficie pas au dynamisme local des îles car il ne permet pas d'alimenter les structures d'hébergement et de restauration qui ont, de toute façon, une capacité d'accueil limitée. Seules les structures proposant des activités de loisirs comme les loueurs de vélo bénéficient de cette forte fréquentation quotidienne estivale.

« Trop de personnes veulent profiter du même endroit au même moment. »

Verbatim extrait d'un entretien

L'attachement au paysage patrimonial.

L'attractivité touristique dépend en partie de l'attractivité des paysages méditerranéens et d'un imaginaire collectif prégnant autour du paysage balnéaire. Ce fort attachement rend vulnérable le tourisme balnéaire face aux évolutions des paysages. Les activités économiques qui dépendent de cela comme l'activité de guide nature pourrait être impactées. Les zones à enjeux sur le territoire sont par exemple : les zones humides des Salins d'Hyères (Salins des Pesquiers et Vieux Salins) qui font partie de l'iconographie touristique du territoire et de son identité, selon nos enquêtés. Les plages deviennent parfois méconnaissables à cause du recul du retrait de côte (plage de l'Almanarre, plage du Ceinturon, plage de Gigaro, etc.). A Porquerolles, la sécheresse impacte les paysages viticoles qui font partie du patrimoine de l'île. Enfin, le patrimoine naturel faunistique et floristique est également impacté et rend moins intéressant la pratique d'activités de loisirs telles que les sorties de découverte nature ou la randonnée sous-marine (palmes/masque/tuba).

« Porquerolles est d'abord une île exemplaire pour son patrimoine naturel, flore et faune, terrestre et marin. [...] La préservation de la biodiversité végétale et animale, mais aussi des paysages, est vitale. »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'une association locale

Un tourisme de plein-air très développé sur le territoire.

La forte présence de structures d'hébergement de plein-air (campings) sur le territoire d'étude et plus largement dans le département du Var rend davantage sensible le risque de dérangement des touristes et de transmission de maladies à cause de la prolifération des moustiques. La commune de Hyères est la commune la plus vulnérable face à cet aléa notamment en raison de la présence de zones humides sur son territoire. En été 2018, certains campings à Giens ont été fortement impactés⁵³ et des vacanciers ont préféré écourter leur séjour sur place. Les campings du territoire peuvent également être plus sensibles aux épisodes de fortes chaleurs et leurs vacanciers impactés par l'inconfort thermique.

Peu de structures engagées dans l'écotourisme sur le territoire du Parc national de Port-Cros.

Malgré l'existence du label « Esprit Parc national » depuis 2014, peu de structures touristiques sont entrées dans une démarche de développement durable. D'après nos enquêtés proposant des activités naturalistes sur le territoire du Parc, il est difficile de se lancer dans ce type de tourisme s'il n'y a pas de démarche globale forte de transition sur le territoire : des modes de déplacements doux, des offres touristiques (hôtels et restaurants) engagées dans le tourisme durable, etc. Ce manque d'attractivité s'illustre dans les communes de Ramatuelle et de La Croix-Valmer par l'absence de structures touristiques labellisées « Esprit Parc national ». Cela ne favorise pas la résilience du tourisme balnéaire sur le territoire. Certains enquêtés regrettent que la communication du PNPC sur le label et les actions menées dans le cadre de ce label ne soit pas assez forte.

Des forts enjeux de développement économique du tourisme sur le territoire.

Sur le territoire d'étude, le tourisme est un pilier économique. L'économie des communes littorales membres de l'aire d'adhésion du Parc est en effet basée sur le tourisme balnéaire. Cela rend plus sensible le territoire aux impacts potentiels générés par les changements climatiques tels que la diminution de la fréquentation touristique en été au profit d'autres destinations touristiques.

«Le tourisme a une très grande place. Demain si tout ça est rayé, les caisses de la commune seraient vides »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'un office de tourisme

⁵³ Article de presse/reportage datant du 24/08/2018 : https://france3-regions.francetvinfo.fr/provence-alpes-cote-d-azur/var/hyeres/hyeres-moustiques-font-fuir-touristes-1530208.html

« L'économie est basée sur le tourisme, comme tout le monde. »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'une collectivité territoriale

Un aménagement et une gestion du territoire générateur de risque

Certaines pratiques d'aménagement et de gestion du territoire constituent des facteurs de sensibilité aux changements climatiques et impactent indirectement la résilience du secteur touristique. Il s'agit de :

L'artificialisation des sols, des fleuves côtiers et/ou du littoral: elle empêche le bon fonctionnement des écosystèmes côtiers et leur résilience face aux enjeux climatiques. Les aménagements longitudinaux de bord de mer, tels que les routes ou les constructions de murs de soutènement perturbent la dynamique naturelle des plages situées en pied de ces aménagements. L'urbanisation du front de mer et des cordons dunaires historiques empêche le rechargement naturel de la plage. Or, cette urbanisation littorale est importante près de certains sites balnéaires à forts enjeux touristiques comme la plage de Gigaro à La Croix-Valmer ou la plage de l'Almanarre (route du Sel). Elle contribue ainsi à aggraver l'érosion du littoral et le risque de submersion marine. L'artificialisation des sols et des fleuves côtiers aggrave le risque d'inondation, de débordement des cours d'eau voire de glissement de terrain, risques importants sur le territoire d'étude notamment sur les communes de Hyères et du Pradet.

« On a construit un peu n'importe où et trop près de la mer »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'une collectivité territoriale

La présence d'infrastructures balnéaires et de voies d'accès aux sites situées en zones à risque.

Des nombreuses structures touristiques et des infrastructures routières sont situées sur des zones à risque de submersion marine notamment sur la Plaine du Ceinturon à Hyères et sur la Presqu'île de Giens (tombolo est) avec également de forts enjeux d'habitat et donc de sécurité des biens et des personnes. Des campings sont également exposés au risque de submersion, au risque incendie et/ou au risque de glissement de terrain comme sur la commune du Pradet. L'île de Porquerolles est relativement épargnée car il n'y a pas d'infrastructures balnéaires en zones côtières.

« On a beaucoup de campings sur le littoral donc ce sera les principaux concernés par le risque submersion. »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'une collectivité territoriale

Le « gouvernement » des risques climatiques : des difficultés politiques à agir et à décider.

L'ensemble des acteurs institutionnels interviewés dans le cadre de cette étude mettent en lumière les difficultés politiques à se saisir des enjeux posés par les changements climatiques. En effet, la temporalité imposée par le changement climatique, l'urgence politique « climatique » est planifiée sur le long terme et ne correspond pas avec les temporalités administratives, comme celles des documents opérationnels et de planification (PPRL, PLU...) et encore moins à la temporalité politique et électorale.

« On n'a jamais vu un politique réfléchir à plus de deux mandats électoraux. C'est comme ça, on n'y peut rien et ce n'est pas une critique car ils ont des raisons de fonctionner comme ça. Je pense qu'on est sur un toboggan et au lieu de freiner, on accélère pas mais on laisse faire et la vitesse accélère toute seule ».

Verbatim extrait d'un entretien

Par ailleurs, les enjeux d'adaptation posent des questions d'acceptabilité sociale et génèrent ainsi une frilosité politique des élus à se montrer volontaires sur ces sujets, encore plus lorsqu'il s'agit d'intervenir sur un des principaux secteurs économiques du territoire : le tourisme balnéaire. Une de nos enquêtés souligne à propos de Porquerolles que « personne n'a le courage de prendre de décision politique pour limiter la fréquentation. »⁵⁴

Cette difficulté de gouverner les risques climatiques semble également accentuée par le « millefeuille territorial » et la répartition des compétences entre institutions publiques et notamment entre collectivités territoriales. La création en cours de la métropole Toulon Provence Méditerranée amplifie ce flou au niveau des compétences.

« On parle de changement climatique depuis quelques années mais on n'était pas forcément bien préparé à ça, en tout cas à observer les changements que ça opère sur les sites. Ça serait bien de le faire mais aujourd'hui tout est question de compétences. Si la mairie n'est pas compétente dans l'érosion du littoral, elle ne fera rien »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'une collectivité territoriale

Enfin, les mesures de prévention et de gestion des risques ne sont parfois pas assez ambitieuses compte tenu des risques. Par exemple, l'île de Porquerolles ne dispose pas d'un plan d'évacuation totale de l'île en cas de risque incendie.

Une culture du risque limitée des touristes et entreprises touristiques

« La perception du risque correspond à l'interprétation « technique » et psychologique du risque que chaque individu formule intérieurement. Elle est en quelque sorte une intuition personnelle du risque, fondée sur l'appréhension, la connaissance et les enjeux du risque » 55. Quelques facteurs de sensibilité, caractéristiques du tourisme balnéaire sur le territoire du Parc national de Port-Cros, peuvent altérer la culture du risque et générer ainsi une vulnérabilité plus forte face aux aléas climatiques par des mauvais comportements.

Le type de population touristique.

La clientèle touristique sur le territoire d'étude attire une population assez âgée. La population locale est vieillissante et le territoire dispose de nombreux établissements de santé. C'est notamment le cas sur la frange littorale de Hyères et sur l'île du Levant. Côté est du territoire du Parc, à La Croix Valmer et Ramatuelle, la clientèle étrangère est nombreuse : les spécificités locales et les risques climatiques sur le territoire peuvent être davantage méconnus.

« Nous on a une population étrangère pas du tout habituée à notre territoire »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant
d'une collectivité territoriale, au sujet du risque incendie

Enfin, le secteur non-marchand en hébergement touristique sur le territoire est important : le nombre de résidents secondaires constitue également un obstacle pour la constitution d'une culture du risque forte.

⁵⁴ Verbatim extrait d'un entretien

⁵⁵ GLEIZE Jean-François, *Le risque*. Institut géographique national, Laboratoire COGIT, 2002, 256 pages, p.106

Des entreprises touristiques saisonnières.

La saisonnalité touristique ne participe pas non plus à l'émergence d'une culture du risque forte chez les commerçants et entreprises touristiques. A Porquerolles, certains enquêtés relèvent que certains commerçants ne viennent que pour la saison estivale et ne s'impliquent ainsi pas dans les enjeux posés par les évolutions climatiques sur le territoire.

« [...] ils disent [en caricaturant] : « tant que ma caisse est remplie, pourquoi je m'inquièterais, si vous me racontez qu'en 2030, ça sera terminé, je m'en balance » [...] ce sont des personnes qui ne sont plus des îliens, ils viennent, ils font la saison et puis ils vont dans d'autres îles paradisiaques. Il y a une différence entre les gens qui ont une certaine conscience de l'avenir de l'île et ceux qui viennent pour faire du fric. »

Verbatim extrait d'un entretien

Le changement climatique : une réalité difficile à appréhender pour les habitants.

L'émergence d'une culture du risque peine à émerger en raison de l'invisibilité directe du changement climatique. Il est difficile de quantifier objectivement les changements ressentis et la réalité du changement climatique peut sembler lointain et donner parfois un sentiment d'impuissance. Il est ainsi compliqué de décliner au niveau local le changement climatique.

Cela peut générer de mauvais comportements chez les habitants du territoire. C'est par exemple le cas de la présence de gîtes de moustiques dans les jardins privés en raison de la présence mal gérée de points d'eau.

6.2.2.2 Les facteurs de capacité d'adaptation

Une évolution des pratiques balnéaires et touristiques en cours

Le secteur touristique et la politique de développement touristique balnéaire sur le territoire disposent de ressources en vue de l'adaptation du secteur aux enjeux climatiques. Ces facteurs de capacités d'adaptation se manifestent notamment par une évolution des pratiques balnéaires et touristiques et se jouent à plusieurs niveaux :

Une modification des activités de loisirs balnéaires: du point de vue des entreprises touristiques, cela se traduit dès aujourd'hui par une évolution des plages horaires de sortie et/ou une modification des parcours de balade proposés aux vacanciers. Les guides de randonnée interrogés s'adaptent et organisent de plus en plus de balades nocturnes en été.

« Les sorties en juillet/août, au lieu de partir le matin, je sors plutôt en fin de journée ou en nocturne, les gens sont partants [...] pour fuir la chaleur. »

Verbatim extrait d'un entretien avec un guide du PNPC

Ils sortent également de plus en plus en avant et arrière-saison sur les îles et modifient leurs parcours en cas de fermeture des massifs forestiers.

Ces modifications de pratique atténuent considérablement les impacts générés par l'occurrence d'aléas climatiques tels que les incendies et/ou les épisodes de canicule.

Les touristes s'adaptent également aux évolutions climatiques et se rendent davantage tôt le matin ou en fin de journée sur les plages.

« Il y a une évolution de l'utilisation de la plage : avant c'était 9h-18h, maintenant c'est plutôt le matin puis en fin d'après-midi car les gens font attention à l'impact de la chaleur et des UV et ils s'intéressent plus à faire des visites culturelles dans les heures chaudes de la journée ».

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'un office de tourisme

Par ailleurs, les guides naturalistes disposent d'une forte capacité d'adaptation en pouvant facilement diversifier leur activité par la possibilité de faire des conférences ou de réaliser des animations en plus des balades organisées. L'activité touristique se montre ainsi particulièrement résiliente. Les autres activités de loisirs balnéaires et maritimes tels que les sports nautiques disposent également d'une forte capacité d'adaptation et devraient même pouvoir bénéficier des évolutions climatiques sur le territoire grâce à l'allongement de la saison.

■ La promotion d'une nouvelle politique de développement touristique sur le territoire du Parc national de Port-Cros : vers un tourisme « alternatif » plus résilient aux changements climatiques ? La Charte du Parc national de Port-Cros et d'autres programmes et actions sur les communes littorales impulsent de plus en plus le développement d'un tourisme durable souhaitant mettre en lumière l'identité culturelle du territoire et promouvoir les relations nature/culture.

« Il y a une demande d'avoir un tourisme plus culturel. Ce n'est plus seulement du touriste qui se fait bronzer »

Verbatim extrait d'un entretien avec un représentant d'un office de tourisme

Les objectifs sous-jacents de ces nouvelles politiques qui trouvent également écho avec le Plan d'action 2019 de la stratégie touristique du Département du Var, sont notamment de :

- mieux repartir les flux sur le territoire;
- mieux repartir les flux sur l'année;
- préserver les atouts-clés du territoire : charme et beauté des lieux, des sites, ambiance et authenticité.

Cette stratégie se déploie progressivement sur le territoire du Parc national :

- A Porquerolles, où les enjeux sont forts : une formule attractive hors-saison a été développée à 39 euros tout compris ; un musée d'art contemporain a ouvert sur l'île en septembre 2018 par la Fondation Carmignac, favorisant ainsi une attractivité touristique sur l'année et permettant à terme de diminuer la pression touristique l'été. Au Pradet : l'office de tourisme et la Ville du Pradet souhaitent favoriser un tourisme de proximité (avec la métropole TPM) et le développement de manifestations culturelles sur le territoire.
- A La Croix-Valmer : un hôtel sur le bien-être va ouvrir dans le but de développer les ailes de saison.
- Sur la Presqu'île de Giens: le site des Salins d'Hyères a une mission d'accueil du public. Il
 contribue à promouvoir un tourisme alternatif orienté sur la découverte globale du milieu:
 fonctionnement d'une zone humide, mémoire du Sel et découverte ornithologique. Ce site
 propose des visites crépusculaires l'été et permet de développer les ailes de saison.

« Carmignac est une réussite culturelle qui peut apporter un tourisme plus qualitatif que la seule crème à bronzer. »

Verbatim extrait d'un entretien

Enfin, sur l'ensemble du territoire, un tourisme découverte de la nature se déploie et est progressivement promu par les structures touristiques labellisées « Esprit Parc national », label particulièrement attractif sur la commune du Pradet où plusieurs campings sont labellisés.

Ce label, lancé en 2014, en concomitance avec la Charte est un label décrit comme incitatif car les critères sont simples à respecter. Il est fondé sur une convention de partenariat avec le Parc qui permet aux entreprises touristiques de nouer une relation privilégiée avec le Parc et de bénéficier de formations.

Cette politique de diversification touristique peut aussi trouver écho parmi les acteurs culturels qui ont un rôle à jouer dans la prise de conscience et la résilience socio-culturelle des territoires face aux changements climatiques.

« On compte sur les acteurs culturels pour sensibiliser le public en général, les populations qu'elles soient permanentes ou de passage à cette question. La Villa Noailles, qui est maintenant mondialement connu, a fait tout un travail photographique sur le littoral. On peut imaginer que s'ensuive un projet sur les modifications des perceptions littorales et du trait de côte. [...] ».

Verbatim extrait d'un entretien

Enfin, divers projets favorisant l'éco-tourisme et/ou des réflexions sur la capacité de charge touristiques ont eu ou ont lieu sur le territoire du Parc national de Port-Cros et en partenariat avec les structures touristiques directement concernées :

- Le projet MEET: créer des produits éco-touristiques: le Parc national de Port-Cros est le premier parc national français à intégrer le catalogue de produits éco-touristiques du réseau Mediterranean Experimentation of Ecotourism (MEET).
- A Porquerolles: projet « Caractère de l'île de Porquerolles à 2050 CAP 2050 » (2018 2021) (porteur du projet: Parc national de Port-Cros) sur le thème suivant: « Démarche prospective et participative, concernant le développement touristique de l'île de Porquerolles».

Des mesures de sauvegarde des milieux paysagers et d'adaptation des milieux

Le Parc national de Port-Cros, le Conservatoire du littoral et les collectivités territoriales agissent pour la sauvegarde des milieux et le renforcement de la résilience des écosystèmes.

Ces actions atténuent de manière indirecte l'impact potentiel lié aux changements climatiques sur la diminution de l'attractivité paysagère.

- Depuis 2017, le Parc national travaille à la mise en oeuvre d'un plan paysage pour l'archipel des îles d'Hyères : Port-Cros, Porquerolles et Le Levant. Ce plan, en cours d'élaboration, s'inscrit dans une démarche de projet dont l'objectif est de définir des stratégies d'adaptations afin de préserver la qualité des espaces.
- Plusieurs mesures sont mises en place pour la sauvegarde des milieux littoraux et lutter contre les risques côtiers tels que le maintien des banquettes de posidonie sur la plage et la végétalisation des dunes. Le deuxième plan de gestion des Salins d'Hyères, en cours d'élaboration, intègre la dimension des changements climatiques et la prise en compte de l'évolution des paysages des zones humides.

« Sur la plage de la Garonne, on gère les banquettes de posidonie de façon raisonnée. On les laisse en place l'été mais on essaye de faire un millefeuille avec le sable déjà présent. »

Verbatim extrait d'un entretien avec une collectivité territoriale

Une forte mobilisation des acteurs associatifs

Les acteurs associatifs sont localement fortement mobilisés sur les problématiques liées aux changements climatiques et les enjeux touristiques sur leur territoire. Cette mobilisation vient contrebalancer la relative faible culture du risque des vacanciers et autres profils d'habitants sur le territoire. Sur Porquerolles, les îliens sont fortement impliqués et se sentent très concernés par l'avenir de l'île.

« La vertu d'une île : les habitants se mobilisent très fortement pour la défense de leur île, car les gens se coalisent fortement. Mais il faut trouver des entrées pour qu'ils aient le sentiment de participer au mouvement positif d'enrayement du changement climatique. [...] fixer aux îles une neutralité carbone à une échéance relativement proche, c'est peut-être plus facile sur une île, ça peut montrer l'exemple et ça participe à l'esprit positif des habitants.»

Verbatim extrait d'un entretien avec le Président du CESC du PNPC

L'association « Les Amoureux de Porquerolles » a pour objectif d'assurer une veille permanente des enjeux et projets qui ont, ou auront, un impact sur la vie à Porquerolles et son devenir pour les générations futures et de participer à la concertation sur ces projets avec les différentes instances concernées. Elle a mis en place trois groupes de travail dont un sur la capacité de charge et un autre sur la transition énergétique et la question de l'adaptation au changement climatique.

L'association participe également au processus de labellisation « lle Durable » de l'île de Porquerolles décerné par l'association SMILO Small Islands Organization qui tient compte de la dimension du changement climatique dans ses critères de labellisation.

Diverses initiatives de développement durable sont lancées sur l'île afin de permettre au maximum l'autonomie de l'île en favorisant par exemple les circuits courts *via* des cultures de maraîchage sur l'île avec l'association les Copains Porquerolles.

Par ailleurs, sur le Pradet, les associations et autres acteurs économiques du territoire sont également très investis dans la lutte contre la *Caulerpa taxifolia* qui envahit certains sites sousmarins côtiers. Cette algue est aujourd'hui en régression sur le territoire du PNPC.

Une prise en compte des risques par les pouvoirs publics

Les expositions climatiques qui affectent le tourisme balnéaire sont atténuées par une prise en compte accrue par les pouvoirs publics des enjeux d'adaptation et de renforcement de la résilience du territoire face aux risques. Cette prise en compte se manifeste par :

- des mesures de prévention et de gestion des risques : les services de l'Etat prescrivent des PPRI de plus en plus contraignants. Il existe un TRI (Territoire à Risques d'Inondation) Toulon-Hyères qui est couvert par une cartographie « submersion marine ». Concernant le risque incendie, les seuils d'alerte sont renforcés au fil des années par la Préfecture du Var.
- **des mesures de gestion de crise** : Plan Communal de Sauvegarde (PCS), amélioration des systèmes d'alerte incendie en cours à La Croix Valmer.
- une traduction dans les documents de planification territoriale des collectivités tels que le PLU et le SCoT (zonage UR : cabanes du Gapeau classés (dans la plaine du Ceinturon) à Hyères)

« On aura prochainement un nouveau PPRI (en cours de réalisation), on est quasiment sûr qu'il sera plus pénalisation que le précédent. Le risque de submersion ça va être pareil. C'est finalement mieux si c'est porté par les Services de l'Etat que par les collectivités car [...] ce sera plus simple en termes d'acceptation politiquement.»

« Dans le PLU, on a pour la première fois une zone soumise à risque inondation/ submersion (Les cabanes du Gapeau) qui est classée en zone UR donc toute reconstruction après dommage est interdite. L'idée est de commencer à interdire la reconstruction en front de mer. ce sont essentiellement des maisons. [...] Dans le PLU, on a aussi, sur toutes les constructions nouvelles de plus de quatre logements, on exige moins de 10% par rapport à la réglementation thermique. »

Verbatim extraits d'entretiens avec des collectivités territoriales

Par ailleurs, la Charte du Parc National de Port-Cros approuvée le 30 décembre 2015 et l'Opération Grand Site de la Presqu'île de Giens (OGS) à Hyères, se préoccupent de la gestion des risques naturels littoraux. La Métropole Toulon Provence Méditerranée (TPM) intervient également sur la gestion des risques côtiers sur le sentier du littoral et sur les Salins d'Hyères, sites du Conservatoire du Littoral.

des démarches territoriales et des plans d'actions favorisant l'adaptation :

- Charte : révision l'année prochaine (tous les 3 ans) : un volet changement climatique devrait apparaître plus clairement.
- o PCAET des intercommunalités du territoire d'étude.
- O Hyères: Opération Grand Site (OGS): il s'agit d'un programme de 35 actions qui visent à améliorer les déplacements sur la presqu'île de Giens, l'accueil des visiteurs, la gestion des espaces naturels, la restauration des hameaux et à engager une animation autour de cette démarche. La démarche est fédératrice et englobe plusieurs études liées à l'aménagement du front de mer, les déplacements, la reconquête des zones humides, etc.
- Plan de lutte anti-moustiques à Hyères Service Démoustication: le service Démoustication de la ville d'Hyères-les-Palmiers effectue tout au long de l'année des traitements préventifs en zones marécageuses et dans tous les secteurs urbains et péri-urbains communaux. La mairie a décidé de faire du plan de lutte antimoustiques sa nouvelle priorité pour 2019.
- o Existence de Plan Canicule : un plan Chaleur/Canicule est déployé dans toutes les communes du territoire.
- Contrat de Baie : qualité de l'eau => fermeture préventive des plages.
- La Croix-Valmer : s'inscrit dans la démarche de la région Sud, « Une COP d'avance» dont un volet se focalise sur l'adaptation aux changements climatiques.
- o Stratégie de lutte contre la Caulerpa taxifolia à l'initiative de la mairie du Pradet.

6.2.3 Evaluation de la vulnérabilité du tourisme balnéaire

6.2.3.1 Synthèse de la vulnérabilité et hiérarchisation des impacts

A partir de ce travail d'analyse des facteurs d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation, des chaînes d'impacts ont été construites pour schématiser les impacts potentiels des changements climatiques sur le tourisme balnéaire : Figure 60, Figure 61, Figure 62, Figure 63

Légende pour la lecture des chaines d'impacts :

- Jaune : impacts potentiels- Bleu : facteurs d'exposition- Vert : facteurs de sensibilité

- Orange : facteurs de capacité d'adaptation

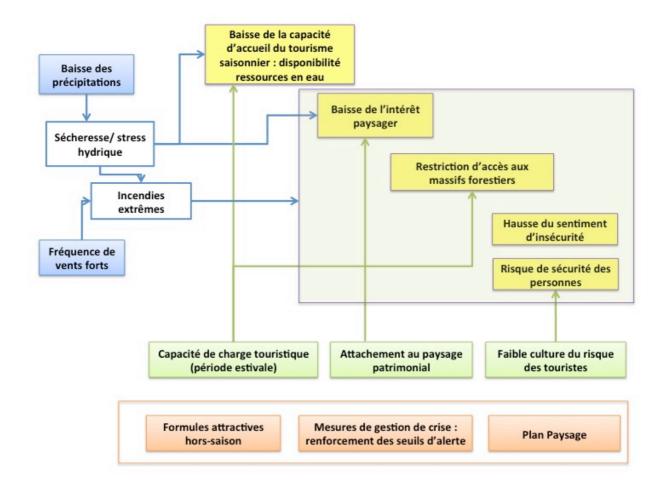


Figure 60 : Chaine d'impacts représentant la vulnérabilité du tourisme balnéaire face au risque incendie et à la sécheresse

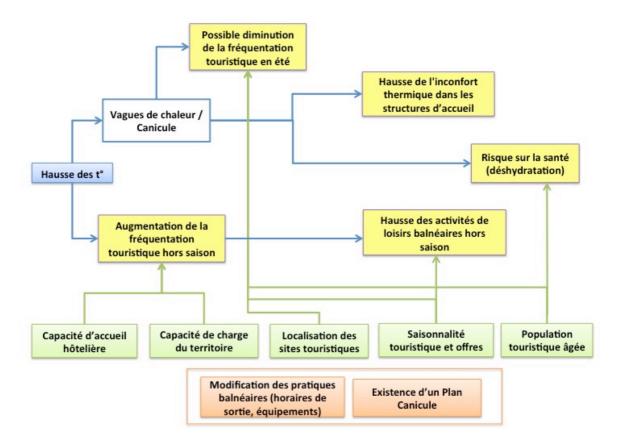


Figure 61 : Chaine d'impacts représentant la vulnérabilité du tourisme balnéaire face à la canicule

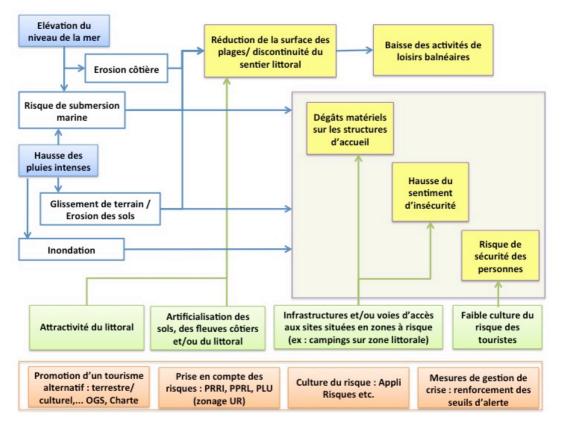


Figure 62 : Chaîne d'impact représentant la vulnérabilité du tourisme balnéaire face aux risques côtiers

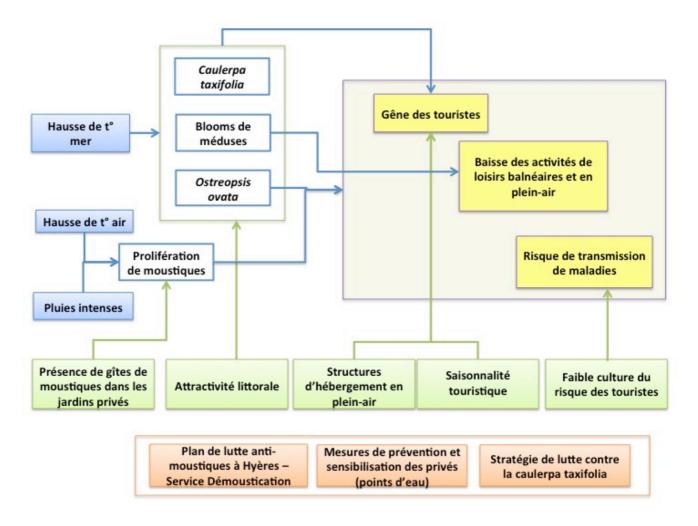


Figure 63 : Chaine d'impacts représentant la vulnérabilité du tourisme balnéaire aux prolifération d'espèces pathogènes ou invasives

La matrice de vulnérabilité (Figure 64) présente une hiérarchisation des impacts d'après la grille de notation des facteurs d'exposition et de sensibilité présentée en méthodologie.

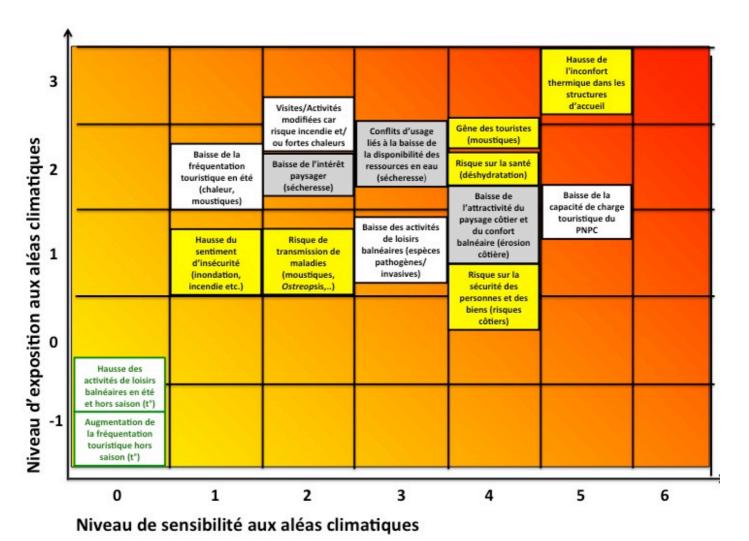


Figure 64 : Matrice de vulnérabilité appliquée au secteur du tourisme balnéaire. Cases blanches: impacts spécifiques à l'économie touristique / Cases grises : impacts sur le territoire / Cases

jaunes: impacts specifiques a reconomie touristique / cases grises . Impacts sur let territorie / case jaunes: impacts sur les usagers du littoral et vacanciers / Cases vertes : impacts positifs

Bénéficiant d'un climat ensoleillé et tempéré, d'une diversité de paysages côtiers et d'espaces naturels protégés, le territoire du Parc national de Port-Cros représente une importante destination touristique en particulier grâce à son pourtour littoral et ses usages balnéaires possibles. Ce territoire occupe ainsi une place majeure dans l'attractivité touristique du département du Var et de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur en étant un des sites les plus fréquentés. L'économie touristique constitue alors une des principales ressources sur le territoire. Elle souffre cependant d'un dysfonctionnement interne en partie lié à l'extrême saisonnalité sur laquelle s'est fondé le tourisme de la région depuis l'émergence des congés payés et le développement d'une politique touristique balnéaire. Un puissant et ancien imaginaire collectif contribue également à alimenter une attractivité du territoire fondée sur son climat et sa littoralité/balnéarité. Cet imaginaire et un ensemble de pratiques touristiques sociétales (période de congés, aménagement des activités de loisirs, etc.) génèrent un tourisme de masse, difficile à maîtriser et une forte pression sur le territoire sur un laps de temps court. La sur-fréquentation touristique, qu'elle soit terrestre ou plaisancière, ne permet pas de maintenir un dynamisme local sur l'année et menace l'identité

littorale. Elle génère de nombreux conflits d'usage, une forte insatisfaction des résidents et des vacanciers et des dysfonctionnements concernant l'aménagement du territoire.

Les enjeux liés à l'économie touristique sont donc de taille : il s'agit de maintenir une vocation balnéaire du territoire tout en développant une offre touristique moins dépendante de cette caractéristique. Bien que ces problématiques liées au tourisme balnéaire de masse existent dans de nombreux territoires, le Parc national de Port-Cros et ses communes littorales représentent un territoire emblématique qui met en lumière l'ensemble des défis face auxquels le secteur touristique est confronté. La mission du PNPC est confrontée à la complexité posée par la gouvernance d'un territoire protégé : conjuguer des usages sur un territoire avec la protection des milieux naturels terrestres et marins et le maintien de leurs fonctionnalités et de leur résilience. Cette combinaison « protection du milieu/développement touristique » représente déjà de forts enjeux sur le territoire auxquels s'ajoute une nouvelle problématique : le changement climatique, avec les incertitudes des projections et les potentielles répercussions écologiques et socioéconomiques sur le tourisme.

Les principaux résultats et enseignements tirés de notre analyse de vulnérabilité face aux changements climatiques du secteur touristique sur le territoire du PNPC sont les suivants :

- D'après les scénarios réalisés et disponibles sur le territoire du Parc national de Port-Cros, les effets des changements climatiques seront principalement une hausse des températures, une diminution moyenne des précipitations nuancée par une hausse de leur variabilité interannuelle, et une élévation du niveau de la mer.
- Des impacts déjà avérés aujourd'hui et qui seront amplifiés à un horizon proche (2035) :
 - L'accroissement des températures aggravera ainsi les fortes chaleurs et nuits tropicales en été, ce qui aura un impact sur le confort climatique des vacanciers rendant les vagues de chaleur difficilement supportables pour le corps humain et restreignant sur le long terme la fréquentation ou le nombre de nuitées passées à cette période.
 - La hausse des températures maximales et l'augmentation des populations d'espèces invasives comme les moustiques pourraient être source de grandes nuisances pour les touristes, à l'image de l'été 2018. La hausse de l'inconfort thermique et de l'inconfort touristique est un des impacts majeurs identifiés.
 - L'évolution vers des températures plus douces tout au long de l'année et la hausse de la température de la mer sont propices au développement du tourisme hors saison. Ceci représente pour les acteurs du territoire une réelle opportunité de renouvellement des pratiques touristiques et de continuité de l'activité sur toute l'année.
 - Les évolutions climatiques et notamment la variabilité interannuelle sécheresse/ fortes
 pluies contribuent à mettre sous pression le territoire notamment au regard de sa capacité
 de charge et d'accueil des touristes saisonniers (disponibilité des ressources en eau,
 énergie).
 - Les périodes de sécheresse pourront entraîner des **pénuries d'eau** susceptibles de se révéler problématiques dans certaines zones comme à Porquerolles et difficiles à gérer sous la pression du tourisme selon les saisons. En effet, un premier niveau est celui des disponibilités en eau pour la consommation. Le tourisme consomme de l'eau potable et sanitaire mais est aussi source d'autres consommations : celles des espaces verts, des hébergements et des activités de loisirs. D'autant plus que la pression du tourisme sur la côte est la plus forte au moment où les ressources en eau sont rares et demandées par

l'irrigation. Les conflits d'usages pourront ainsi s'intensifier et les priorités devront alors être définies par exemple entre préserver l'irrigation des golfs ou celle des vignes.

- L'érosion du littoral et les tempêtes génèrent une diminution de la surface des plages disponible et impactent la pratique des activités de loisirs balnéaires (plage, sorties en mer). Cela pourrait rendre davantage visible le tourisme de masse en réduisant les espaces de balnéarité et générer de l'insatisfaction.
 - Le maintien des activités touristiques mais aussi l'intégrité des infrastructures seraient ainsi menacés. Les questions du développement touristique pour une station balnéaire qui perd sa plage, ou de la pression touristique maximale que pourra subir une station balnéaire qui la conserve, se poseront alors.
- La hausse de l'intensité et de la fréquence des événement extrêmes tels que les incendies, les risques d'inondation, de submersion marine et les fortes pluies contribuent à mettre en danger les populations touristiques et posent dès aujourd'hui des enjeux de gestion des risques et de localisation des infrastructures touristiques balnéaires. Elles génèreront une hausse du sentiment d'insécurité. Le rôle du changement climatique, notamment via l'élévation du niveau dans la mer et l'occurrence/l'intensité des aléas, est avéré. Par ailleurs, les périodes de sécheresse faciliteraient le démarrage et la propagation d'incendies. D'un point de vue touristique, la multiplication de ces incendies mais aussi d'autres phénomènes extrêmes tels que les inondations ou glissements de terrain ou tout autre risque naturel sur la côte pourront impacter négativement le tourisme balnéaire. Il faut ainsi prendre en considération la vulnérabilité spécifique de la clientèle touristique face aux risques (ex. type d'hébergements tels que terrains de campings par exemple, implantés dans le milieu naturel et qui offrent dès lors moins d'abris contre les intempéries).
- La modification des paysages, notamment côtiers, commence à nuire l'imaginaire collectif des vacances balnéaires, à terme elle peut mettre en péril la vocation balnéaire du territoire. La baisse de la diversité paysagère et de la biodiversité faunistique et floristique méditerranéenne marine et littorale est visible, elles généreront des déceptions.
 La question peut être également soulevée quant à l'impact de l'évolution de la biodiversité et des paysages sur le tourisme balnéaire. Le cadre paysager étant souvent la raison de l'attractivité touristique, un changement ou l'érosion de la biodiversité pourrait se traduire par une perte de ressources. Le stress hydrique et les feux de forêt sont susceptibles d'engendrer des évolutions du paysage, et donc d'impacter le tourisme vert, tandis qu'une modification des espèces marines, l'arrivée d'algues filamenteuses, la prolifération d'Ostreopsis ou une augmentation des blooms de méduses pourraient quant à eux, impacter le tourisme de mer et de plongée.
- La perception du changement climatique des acteurs du tourisme, des usagers du littoral et des acteurs institutionnels du territoire est de plus en plus forte, mais elle n'est pas toujours associée au développement d'une culture du risque. Les risques sur la santé et/ou la sécurité des populations touristiques en raison de mauvais comportements et pratiques sont réels.

• A un horizon plus lointain (2055) :

 L'impact touristique lié à la modification des paysages est à nuancer car un nouveau paysage pourrait se substituer, entrer dans l'imaginaire collectif et attirer une nouvelle clientèle touristique⁵⁶.

- Une possible augmentation des risques sur la santé des populations via une hausse de maladies à transmission vectorielle.
 L'accroissement des risques sanitaires (moustiques, méduses, algues toxiques...) sera renforcé ou limité selon les stratégies que développeront les touristes, y compris pour maîtriser leurs déplacements. Et la situation pourrait se révéler préoccupante pour les maladies dont les vecteurs sont déjà présents en zone méditerranéenne. Par ailleurs, l'impact de l'élévation des températures sur la pollution de l'air pourra être important en période estivale sur le territoire. Ainsi, les personnes ou populations vulnérables ou à risques pourront être tentées voire contraintes de ne pas séjourner sur la côte méditerranéenne en pleine saison estivale. L'exposition des populations touristiques présente des caractéristiques qui peuvent différer de celles de la population résidente, que la résistance aux conditions exceptionnelles dépend assez nettement de l'acclimatation et que l'exposition aux risques varie suivant les lieux fréquentés.
- Les épisodes de chaleur caniculaire gêneront un fort inconfort qui pourrait alors se répercuter par une baisse des activités de loisirs balnéaires pratiquées en été. Cette baisse pourrait être cependant être contrebalancée par une saison estivale déplacée dans les ailes de saison et des mesures d'adaptation nombreuses à ce sujet (des vacanciers aiment et recherchent de la chaleur, etc.).

Le tourisme est globalement résilient sur le littoral bien que « la plage » reste un facteur déterminant de ce tourisme et qu'une quelconque évolution du milieu côtier peut donc être impactant.

En revanche, les changements climatiques accentuent et accentueront la problématique actuelle concernant la capacité de charge du territoire. En effet, les évolutions à venir soulèvent la question des seuils à partir desquels la résolution de ces problèmes mettra en péril la pérennité économique de l'activité touristique. Pointe ici la notion de capacité de charge touristique, qu'il conviendrait alors d'explorer davantage à la lumière des enjeux posés par le changement climatique (Magnan, 2009).

Enfin, les changements climatiques posent un impact majeur d'ordre anthropologique sur le rapport à la nature que les acteurs du territoire du Parc national de Port-Cros souhaitent entretenir. La notion d'adaptation génère un débat de société et des contradictions entre d'un côté la volonté de sauvegarde d'une nature et d'une biodiversité endémique du territoire, et de l'autre l'acceptation voire l'accompagnement d'une nature et d'un paysage modifié.

« Tout ça, ce sont des éléments non scientifiques mais palpables, matériels. [...] A partir du moment où on a une modification des conditions climatiques qui se traduisent par un changement des perceptions matérielles physiques de la nature et de l'environnement, vous avez un bouleversement, presque morale, de la perception historique que vous avez de votre territoire. »

Verbatim extrait d'un entretien

⁵⁶ « On est sur un passage transitoire, la flore évolue, des zones deviennent monotones, mais dans 10-15 ans, ça va peutêtre revenir avec d'autres aspects qui seront beaucoup plus beaux. Ça ne va pas rester comme ça. Mutation. Pour la baisse de l'intérêt paysager (tourisme), pour moi car on est en période transitoire. » Verbatim extrait d'un entretien

121

6.2.3.2 Indicateurs pour évaluer la vulnérabilité du tourisme balnéaire

Pr	Propositions de métriques/indicateurs pour l'évaluation des facteurs d'EXPOSITION						
			Cotation / seuil de				
Descripteur	Métrique	Unité	référence	Pertinence	Réalisme		
Episodes de	Nombre de nuits tropicales	Nombre	Si Tmin > 20°C = Exposition	+++	+++		
fortes chaleurs	par an (Tmin > 20°C) ;	/an	forte				
	Nombre de journées d'été par	Nombre	Si Tmax > 25°C = Exposition	+++	+++		
	an (Tmax > 25°C) ;	/an forte					
	Nombre de vagues de chaleur	Nombre	Si Tmax > de plus de 5°C	+++	+++		
	par an	/an	par rapport à la normale				
			pendant au moins 5 jours				
			consécutifs				
			= Exposition forte				
Episodes de	Nombre de jours par an où	Nombre	Si Cumul de précipitations	+++	+++		
fortes pluies	pluies intenses cumul de	/an	(RR) >= 20 mm				
	précipitations (RR) > = 20 mm		= Exposition forte				
Risques côtiers	Recul du trait de côte en	m/an	A définir	+++	+		
	fonction de l'évolution du						
	niveau de la mer, des						
	tempêtes et de la topographie						
	du site	Nicoslava	A -145tt				
	Nombre de phénomènes de	Nombre	A définir	+++	+		
	submersion marine amplifiés	/an					
	par l'évolution du trait de						
	côte, l'élévation du niveau de la mer et en fonction des						
	tempêtes par an						
Risque incendie	Nombre d'incendies extrêmes	Nombre	A définir	+++	+++		
Misque incenule	par an	/an	A denim	TTT	TTT		
	Pai aii	/ all					

	Propositions de métriques/indic	ateurs pou	ur l'évaluation des facteurs d'IMPACTS		
Descripteur	Métrique	Unité	Cotation / seuil de référence	Pertinence	Réalisme
Baisse de la capacité d'accueil du tourisme saisonnier / sécheresse	Ratio consommation eau / Eau disponible en saison estivale par territoire	m3/an	Seuil sur Porquerolles : 2017 : 117 000 m3 Seuil de référence : 100000 – 125000 annuel. > = Impact fort	+++	+++
Evolution des paysages	Date des premières vendanges	Date	Seuil sur Porquerolles Date de référence : 10 septembre (1985) - 20 août (2018) Si date qui avance chaque année : impact fort	+++	+++
Insatisfaction des visiteurs / moustiques	Part de réclamations annuelles reçues à l'office de tourisme concernant les moustiques (enquête de satisfaction)	%	> 50%: impact fort 20-50%: impact moyen 0-20%: impact faible Affiner selon la méthode de collecte	++	+
	OU: Part des usagers du littoral déclarant être très préoccupée par la présence de moustiques sur le territoire (enquête)	%	Questionnaire à destination des usagers du littoral – 2018 : 90 personnes / 201 = 45% > 50% : impact fort 20-50% : impact moyen 0-20% : impact faible → Affiner selon la méthode de collecte	++	+
Hausse de l'inconfort thermique	Part des usagers du littoral déclarant être très préoccupée par les épisodes de canicule sur le territoire (enquête)	%	Questionnaire à destination des usagers du littoral – 2018 : 85 personnes / 201 = 45% > 50% : impact fort 20-50% : impact moyen 0-20% : impact faible → Affiner selon méthode de collecte	++	+
Hausse du sentiment d'insécurité	Part de visiteurs déclarant avoir ressenti de l'insécurité lors de leur séjour sur le territoire en raison des risques climatiques (enquête)	%	> 50%: impact fort 20-50%: impact moyen 0-20%: impact faible → Affiner selon données disponibles	+	+
Baisse de la capacité de charge touristique	Nombre annuel de visiteurs (fréquentation côtière)	Nombre/ an	A définir pour chaque site touristique.	+++	++
Risque de sécurité des biens et des personnes	Surface d'infrastructures touristiques et/ou routières situées en zones à risque	m2	A définir	+++	++
Risques de transmission de maladies	Nombre de cas d'intoxications/ infections déclarés par l'ARS, causées par la présence d'Ostreopsis ovata	Nombre/ an	A définir Seuil de référence : 0 (2018)	+++	+++
	Nombre de cas de maladies à transmission vectorielle déclarés par l'ARS et causés par les moustiques	Nombre/ an	A définir	+++	+++

F	Propositions de métriques/indica	teurs pour	l'évaluation des facteurs de SENS	SIBILITÉ	
Descripteur	Métrique	Unité	Cotation / seuil de référence	Pertinence	Réalisme
Attachement au paysage patrimonial	Part des usagers du littoral considérant la beauté des paysages parmi les principaux atouts du littoral (enquête).	%	Questionnaire à destination des usagers du littoral – 2018 : 151 personnes / 201 = 75% > 50% : sensibilité forte 20-50% : sensibilité moyenne 0-20% : sensibilité faible Affiner selon la méthode de collecte	+++	+
Attractivité balnéaire	Part des usagers du littoral considérant la mer et les fonds marins parmi les principaux atouts du littoral (enquête).	%	Questionnaire à destination des usagers du littoral – 2018 : 129 personnes / 201 = 64% > 50% : sensibilité forte 20-50% : sensibilité moyenne 0-20% : sensibilité faible → Affiner selon la méthode de collecte	+++	+
Attractivité du littoral	Part des usagers du littoral considérant les plages et la côte parmi les principaux atouts du littoral (enquête).	%	Questionnaire à destination des usagers du littoral – 2018 : 57 personnes / 201 = 28% > 50% : sensibilité forte 20-50% : sensibilité moyenne 0-20% : sensibilité faible → Affiner selon la méthode de collecte	+++	+
Attractivité du climat méditerranéen	Part des usagers du littoral considérant le climat parmi les principaux atouts du territoire (enquête).	%	Questionnaire à destination des usagers du littoral – 2018 : 55 personnes / 201 = 27% > 50% : sensibilité forte 20-50% : sensibilité moyenne 0-20% : sensibilité faible → Affiner selon la méthode de collecte	+++	+
Attentes des touristes	Part des vacanciers dont le confort climatique (fraîcheur) est un des critères principaux de choix d'hébergement (enquête)	%	Questionnaire à destination des usagers du littoral – 2018 : 22 personnes / 58 = 38% > 50% : sensibilité forte 20-50% : sensibilité moyenne 0-20% : sensibilité faible → Affiner	+++	+
Localisation des structures d'accueil	Nombre de structures d'accueil de plein air situées en zones à risques (inondation /submersion/glissement de terrain)	Nombre	A définir	+++	++
Faible culture du risque/ d'adaptation des touristes	Part de la population touristique âgée de plus de 65 ans	%	> 50% : sensibilité forte 20-50% : sensibilité moyenne 0-20% : sensibilité faible → Affiner selon les données disponibles	++	++
	Part de la population touristique étrangère	%	> 50% : sensibilité forte 20-50% : sensibilité moyenne 0-20% : sensibilité faible	++	++

6.3 Stratégies d'adaptation aux changements climatiques

L'adaptation du secteur du tourisme balnéaire aux changements climatiques doit se traduire par une réduction de sa sensibilité aux expositions climatiques et l'augmentation de sa capacité d'adaptation. Pour chaque impact avéré et potentiel, on peut ainsi utiliser les chaînes d'impact développées dans le présent rapport et lister les actions d'adaptation possibles en se basant sur les facteurs de sensibilité risquant d'accentuer la gravité de l'impact et les facteurs de résilience qui devraient être encouragés ou développés pour diminuer cette gravité. Cela permet de structurer sa stratégie d'adaptation.

Afin de prévenir les impacts potentiels des changements climatiques aux horizons 2035 et 2055, des pistes d'adaptation sont donc envisageables. Elles sont notamment issues des entretiens avec les professionnels du tourisme, des recommandations du Plan national d'adaptation aux changements climatiques (ONERC), du GIEC, du GREC SUD et d'autres experts de la communauté scientifique sur le changement climatique.

L'adaptation du tourisme balnéaire aux changements climatiques sur le territoire du Parc national de Port-Cros doit être envisagée sous trois angles d'approche :

- des mutations dans l'organisation du secteur professionnel;
- · des mutations des activités touristiques proposées ;
- des mutations des politiques institutionnelles en matière de développement touristique et de promotion du territoire.

Le travail de fond sur l'offre de prestations touristiques, l'accessibilité, la mutation des emplois touristiques, notamment saisonniers, ainsi que sur la rénovation du parc d'hébergement devront être facilités.

Cela invite par ailleurs à repenser et/ou à construire les produits touristiques locaux sur des bases plus larges que seulement climatiques. Les spécificités identitaires (culturelles, architecturales, culinaires), par exemple, peuvent être mises en avant pour contrecarrer l'éventuelle perte d'attractivité climatique.

« Le principal intérêt de façonner une image de la destination qui soit moins dépendante des conditions climatiques est que, contrairement à ces dernières, les caractéristiques anthropiques spécifiques aux lieux (coutumes, croyances, modes de vie) sont moins directement menacées par le changement climatique. Cette prise en compte souligne l'intérêt de diversifier le produit touristique d'une destination en mêlant par exemple aspects balnéaires et culturels. On entre ici, avec un angle d'approche centré sur le changement climatique, dans la question plus large de l'identification, puis de la mise en oeuvre d'un tourisme dit intégré, ou durable. » (Magnan, 2009).

L'objectif est donc de réorienter l'offre touristique. La promotion d'un tourisme respectueux de l'environnement implique notamment le développement d'un tourisme « doux », le renforcement des filières économiques régionales (agriculture, santé) et l'abandon des transports à forte consommation d'énergie. Favoriser le tourisme local en incitant les touristes à choisir des destinations de vacances plus proches pour des séjours plus longs (et moins fréquents).

Enfin, il serait intéressant de regarder les modes de vie et pratiques culturelles des pays du sud de la Méditerranée pour en tirer des enseignements en termes d'adaptation aux évolutions climatiques.

Une première stratégie d'adaptation du secteur touristique aux changements climatiques pourrait être de poursuivre la mise en œuvre des actions et orientations préconisées par la **Charte** du PNPC (cf. Figure 65) autour des valeurs du tourisme et des loisirs durables dans le but de diversifier l'offre touristique, étendre le tourisme sur l'année et amorcer la transition des acteurs du tourisme vers

La réalisation des mesures de la Charte permettrait une meilleure résilience de l'économie touristique sur le territoire face aux changements climatiques et constitue en ce sens une stratégie d'adaptation à suivre.

un tourisme durable.



Figure 65 - Ambition 3, Charte du PNPC (source : PNPC, 2015)

Plusieurs types de mesures d'adaptation peuvent être mises en œuvre. Elles peuvent être classées par catégories :



Technologie : réduire le risque climatique par des actions techniques et/ou technologiques.



Sensibilisation, formation : ceci se réfère aux niveaux généraux d'éducation et de prise de conscience des questions telles que le changement climatique et ses effets, et à la diffusion d'informations sur le climat, les conditions météorologiques et les impacts sur les secteurs d'activité afin d'amorcer des modification des pratiques.



Protection : relève de la nécessité de poursuivre les actions de protection des écosystèmes naturels et/ou des actions d'atténuation des effets des changements climatiques.



Recherche et connaissance : relève de la nécessité d'explorer davantage les effets sur les écosystèmes naturels et humains des évolutions climatiques.



Gouvernance: ceci concerne les nombreux aspect liés à la gouvernance, la prise de décision et l'aménagement pour garantir une gestion durable des ressources naturelles, financières et humaines.



Réglementation : Intégrer le changement climatique dans les législations, les institutions et les politiques à l'oeuvre : il s'agit ici d'adapter les institutions et les politiques à l'oeuvre en y intégrant directement les questions liées au climat et à ses effets.



Economie: Jouer de leviers économiques pour soutenir le secteur touristique face aux aléas climatiques.

En cherchant une diversité de solutions parmi ces six différents types, on assurera une meilleure efficacité de la politique d'adaptation, en multipliant les leviers pour l'adaptation. Par ailleurs,

plusieurs catégories de mesures d'adaptation peuvent s'alimenter les unes des autres.

Impacts	Exemple d'actions d'adaptation ⁵⁷	Туре	Rapport Coût/ Bénéfice estimé
Baisse de la capacité de charge touristique maximale	Réguler la fréquentation touristique en période estivale <i>via</i> la mise en place d'un quota de visiteurs sur les îles les jours d'alerte sécheresse par exemple		+++
	Réguler l'activité plaisancière		+++
	Promouvoir le label « Esprit Parc national », les structures déjà labellisées et les activités touristiques proposées dans le cadre de ce label (baisse de la pression touristique)		+++
	Campagne de communication sur les économies d'eau		+++
Risque de sécurité des personnes	Mettre en place un plan d'évacuation totale de l'île de Porquerolles en cas de risque incendie		+++
Risque de dommages aux infrastructures balnéaires situées en bordure de plage	Recul/protection des infrastructures touristiques balnéaires : services de l'Etat doivent produire des prescriptions plus contraignantes en terme d'aménagement du territoire		++
Evolution des activités de loisirs balnéaires (baisse durant l'été / hausse	Allonger les périodes d'ouverture des structures touristiques en raison de l'allongement de la saison touristique sur l'année		+++
durant les ailes de saison)	Proposer des horaires d'ouverture adaptés en été		+++
	Renforcer le partenariat acteurs du tourisme / institutionnels/ PNPC afin de transformer le secteur touristique et sensibiliser les acteurs aux changements climatiques		+++
Dégradation du confort thermique	Développer un mobilier urbain « d'ombrage / brumisateur » aux points touristiques majeurs	y	++
	Travailler l'offre de service : encourager les commerçants qui pourraient s'engager à diffuser la signalétique canicule, les aider à s'équiper en voile d'ombrage, brumisateurs, ou matériel de refroidissement efficients, isolation thermique des divers lieux	p	++
	Encourager la mise en oeuvre de solutions « légères » sur l'existant : brise lumière, voile d'ombrage,	y	+++
	Sensibiliser aux gestes simples (fermer les volets, ouvrir la nuit et le matin, etc.)		++

⁵⁷ L'ensemble des actions d'adaptation présentées ci-dessous constitue des propositions d'ordre général qui mériteraient d'être davantage étudiées et ajustées aux problématiques du Parc national de Port-Cros.

	Améliorer l'isolation (par l'intérieur et par l'extérieur, toiture)	y	++
	Assurer le maintien des espaces verts et des points d'eau : notamment lutter contre dépérissement des massifs forestiers		++
Espèces invasives et pathogènes : gêne des touristes	Etablir une cartographie précise des gîtes potentiels à moustiques sur le territoire + utilisation d'une moins grande quantité d'eau	PO	+++
	Sensibiliser les touristes à des bonnes pratiques afin de se protéger de ces espèces	J.	+++
Evolution des paysages et de la biodiversité	Poursuivre les actions d'atténuation du changement climatique en renforçant les fonctionnalités des milieux naturels pour les rendre davantage résilients aux effets des changements climatiques		+++

7 La vulnérabilité de la plongée sous-marine aux changements climatiques

7.1 L'activité socio-économique au sein du Parc national de Port-Cros

La plongée sous-marine est une activité consistant à rester sous l'eau marine soit en apnée dans le cas de la plongée libre, soit en respirant à l'aide d'un narguilé ou le plus souvent en s'équipant d'une bouteille de plongée dans le cas de la plongée en scaphandre autonome. Dans ce chapitre, nous traitons le cas de l'activité de plongée sous-marine en scaphandre autonome de loisir, que nous appellerons « plongée » afin de fluidifier la lecture.

L'activité de plongée est un sport ayant la particularité de confronter le pratiquant à l'environnement marin. L'objectif de l'activité est essentiellement d'explorer et observer des paysages et des espèces marines et d'évoluer dans un environnement aquatique (Thierry de Ville d'Avray, 2018). Plusieurs études montrent que les plongeurs sont principalement motivés par l'observation de la richesse de la vie marine puis par la recherche d'une ambiance sous-marine calme (Mascret, 2010).

Le Parc national de Port-Cros est le plus ancien parc marin en Europe (1963). Il occupe 1700 ha de terres immergées, 2900 ha de surfaces marines, abrite 180 espèces de poissons et fait partie du sanctuaire Pelagos protégeant les mammifères marins. Dans la réserve de La Gabinière et des dalles de Bagaud, la biodiversité est préservée et rend l'aire marine protégée très attractive par la présence de mérous, barracudas, de grandes nacres, des herbiers de posidonie et d'habitats coralligènes.

La richesse de ses paysages sous-marins et de sites regorgeant d'une faune et d'une flore riches et diversifiées en font une destination privilégiée classée parmi les meilleurs sites de plongée en Europe. L'activité de plongée est ainsi fortement dépendante de la qualité des écosystèmes marins.

Cet espace protégé possède aussi un patrimoine historique considérable avec ses vestiges romains et ses épaves datant du XIXe siècle jusqu'à nos jours et attirent de nombreux amateurs de plongée.

La plongée se pratique de 0 à 60 mètres de profondeur. Elle est généralement pratiquée de façon encadrée, les plongeurs s'adressant à des structures de plongée associatives ou commerciales pour bénéficier de l'équipement, de l'encadrement et de la connaissance des sites de plongées. Toutefois, l'activité est parfois pratiquée de façon indépendante par des particuliers disposant de leur propre matériel et/ou d'un moyen d'accéder au site (un bateau généralement).

La flotte de plongée se modernise : les anciens chaluts aménagés pour la plongée sont remplacés par des barges rapides en aluminium qui permettent aux plongeurs d'atteindre rapidement des sites plus éloignés de leur port d'attache.

7.1.1.1 Une activité importante pour l'économie locale

D'après les professionnels du secteur, l'activité de plongée serait à tendance stable ou en progression positive dans le département du Var (Epplin, 2013). Si le nombre de structures de

plongée est plutôt stable dans le Var, leurs gérants connaissent cependant un renouvellement (Epplin, 2013). L'activité générerait environ 200 emplois permanents dans le département et un chiffre d'affaires de 16 millions d'euros auquel il faut ajouter les externalités positives sur l'hôtellerie et la restauration⁵⁸.

Parmi les 160 structures de plongée recensées dans le département, environ 45 sont situées dans les communes jouxtant l'aire maritime adjacente du Parc, de La Garde à Ramatuelle (cf. Tableau 16). L'activité de plongée y est pratiquée par une trentaine de clubs associatifs et une quinzaine de structures commerciales agréées (PNPC, 2009). En 2009, le chiffre d'affaires de l'activité de plongée sur le territoire du Parc a été estimé à environ 2,5 millions d'euros (PNPC, 2009).

La part de cette activité socio-économique dans l'économie locale est ainsi importante.

Par ailleurs, quelques structures de plongée diversifient leur panel d'activité qui était jusqu'alors limité à la plongée sous-marine en scaphandre autonome : sorties en mer avec baignade ou apnée, randonnée palmée.

Tableau 16 : Nombre de structures de plongée par commune jouxtant l'AMA du PNPC (source: FFESSM Côte d'Azur, 2004)

Commune	Nombre de sociétés commerciales	Nombre de clubs	Total
La Garde	-	2	2
Le Pradet	-	2	2
Carqueiranne	1	3	4
Hyères	6 (1 à Porquerolles)	12	18
La Londe-les-Maures	2	2	4
Bormes-les-Mimosas	2	3	5
Le Lavandou	1	1	2
Rayol-Canadel-sur-Mer	-	-	-
Cavalaire-sur-Mer	2	1	3
La Croix-Valmer	1	2	3
Ramatuelle	1	1	2
Périmètre d'étude	16	29	45

7.1.1.2 Les sites de plongées

Dans l'aire maritime adjacente du PNPC, 102 sites de plongée et sept sentiers sous-marins sont recensés (cf.Figure 66). Plus de quarante sites de plongée sont à Hyères et ses îles d'Or (Porquerolles, Port-Cros, Le Levant).

La fréquentation des sites est considérée comme forte au delà de 10 000 plongées/an, moyenne quand le nombre de plongée annuel est compris entre 5 000 et 10 000 et faible lorsque le nombre de plongées annuel est inférieur à 5 000 (Epplin, 2013).

Globalement, les sites de plongée situés dans le coeur marin du Parc sont plus fréquentés qu'en dehors de ce périmètre. Le secteur le plus fréquenté est Port-Cros, avec 63 000 plongées en 2007 (PNPC, 2009). Ce nombre n'a cessé d'augmenter depuis la création du Parc (11 700 plongées en 1985). Le site de La Gabinière, dont la notoriété est internationale, est le plus fréquenté avec

-

⁵⁸ Données issues de Var Tourisme, l'agence de développement touristique du Var, 2017

environ 35 000 plongées en 2007. D'après le diagnostic préalable à la rédaction de la Charte du PNPC, les professionnels ne ressentent pas de saturation des sites de plongée à l'exception de ce site (PNPC, 2009).

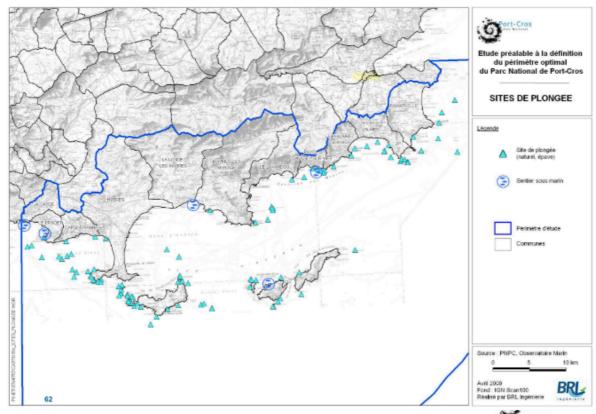


Figure 66 : Carte des sites de plongée dans l'AMA du PNPC (source : PNPC, 2009)

7.1.1.3 Gestion et réglementation

Au début des années 1990, le Parc a établi une relation de collaboration avec les structures de plongée fréquentant régulièrement Port-Cros. En 1993, cela a abouti à l'élaboration d'une Charte de la plongée en concertation avec les structures de plongée basée sur l'engagement volontaire. La charte présente des recommandations telles que l'utilisation partagée des bouées d'amarrage, la limitation des éclairages sous-marins, le respect de l'intégrité des fonds ou la prohibition du nourrissage des animaux. Cette charte a été renouvelée et actualisée chaque année depuis. Seuls les clubs de plongée signataires de cette charte sont autorisés à utiliser le label du Parc. Dans le cadre du partenariat, le PNPC partage ses connaissances sur les écosystèmes marins de façon plus ciblée aux moniteurs de plongée. Les plongeurs pratiquant dans le coeur de Parc furent invités à signer la charte de façon individuelle et cela est devenu obligatoire en 2004. En 2006, 1218 plongeurs l'ont signée soit 14 % de plus que l'année précédente (PNPC, 2009).

La réglementation de la plongée sous-marine sur le territoire du Parc national est disponible en Annexe 15.

Par ailleurs, avec la constitution de la Charte du Parc national de Port-Cros, le dialogue professionnels de plongée / PNPC s'est renforcé autour de la gestion des sites de plongée et la protection du milieu marin.

7.1.2 Enjeux du secteur d'activité de plongée sous-marine

7.1.2.1 La vulnérabilité économique des structures de plongée

L'activité de plongée est historiquement pratiquée en structure associative depuis ses débuts. Les premières générations de plongeur ont pris l'habitude de plonger moyennant une cotisation financière en dessous d'un prix commercial. Ainsi, il est difficile pour une structure de plongée à statut commercial de proposer des tarifs très supérieurs à ceux qui sont proposés en association. La rentabilité d'une structure de plongée est donc généralement assez faible et repose souvent sur les formations, la location de matériel et les séjours de longue durée d'une clientèle de touristes plongeurs qui vont pratiquer la plongée intensément sur plusieurs jours. Malgré cela, l'activité de plongée reste une activité chère parmi les activités sportives du littoral et donc réservée à une population plutôt aisée.

L'activité de plongée est fortement structurée et encadrée au niveau national, bien plus que dans la plupart des autres pays. La réglementation doit être un juste compromis pour garantir au mieux la sécurité des pratiquant, l'intégrité des milieux marins, et la viabilité des structures de plongée. La complexité réglementaire qui pèse sur l'activité de plongée en France est perçue comme une menace pour les professionnels de la plongée, notamment en terme de concurrence avec d'autres pays.

7.1.2.2 Une forte fréquentation de certains sites de plongée

La notoriété du PNPC est très forte auprès des plongeurs. L'intensité de la pratique de plongée qui s'ajoute à une forte pratique de la navigation de plaisance (incluant la pêche de loisir embarquée) génère des tensions pour l'utilisation de l'espace et des ressources, en particulier en été. Une des problématiques majeures du Parc est le rééquilibrage des fréquentations sur l'année (toute activité confondue, mais notamment de la plongée qui est une activité particulièrement estivale). Cette forte fréquentation conduit à un fort besoin d'encadrement des usages. C'est ainsi que petit à petit le Parc s'est doté de réglementations et de moyens de surveillance accrus, qui peuvent représenter à la fois une garantie de durabilité et des contraintes pour les professionnels de la plongée de loisir.

7.1.2.3 Maintenir un partenariat entre le Parc et les structures de plongée pour améliorer la gestion du milieu marin

Actuellement de nombreuses structures de plongée sont partenaires du Parc. Les structures s'engagent à respecter des bonnes pratiques de plongée, certaines participent bénévolement aux suivis de populations d'espèces d'intérêt ou aux campagnes d'éradication de la caulerpe. Par ailleurs les structures de plongée ont un rôle stratégique à jouer dans la sensibilisation des plongeurs aux écosystèmes marins et aux évolutions liées aux changements climatiques. Les plongeurs ont ainsi l'opportunité d'être acteurs de la préservation de leur environnement. Par ailleurs, les plongeurs pourraient jouer un rôle intéressant de sentinelle de la mer en développant le partenariat avec le Parc.

7.1.4 L'exposition aux changements climatiques de l'activité de plongée

Les plongeurs sont particulièrement dépendants des conditions météorologiques pour pratiquer leurs activités. Celles-ci conditionnent la possibilité de sortir en mer en sécurité et de plonger dans un lieu abrité. Par ailleurs, la plongée étant une activité de loisir, les plongeurs ont le choix de sortir quand les conditions sont agréables et seuls les plongeurs très motivés sortent par mauvais temps.

La synthèse des entretiens avec les plongeurs gérants de structures de plongée montre qu'ils ne ressentent globalement pas de forte dégradation des conditions climatiques pour pratiquer leur activité de plongée. Toutefois, les entretiens ont montré qu'ils ont observé quelques changements climatiques.

Parmi les variables climatiques, c'est le régime de vent qui impacte le plus l'activité de plongée et pour laquelle les plongeurs enquêtés ont observés le plus de variations d'après leur expérience (qui peut aller de 10 à 30 ans sur le territoire). Au port, les bateaux peuvent subir des dégâts par vagues de submersion. La température de l'eau impacte l'activité mais plutôt positivement, en termes de confort thermique. Les plongeurs enquêtés n'ont pas signalé de changement dans les courants, ce qui pourrait impacter l'activité. Enfin, la combinaison des évolutions de la température, du pH et de la salinité de la mer génère des modifications des écosystèmes marins plus ou moins documentées et/ou observées par les plongeurs. Les facteurs d'exposition aux changements climatiques de l'activité de plongée sont détaillés ci-après.

7.1.4.1 Régime des vents, tempêtes

Tendances climatiques mesurées	Impacts observés	Projections climatiques	Impacts potentiels	IC ⁵⁹
Pas d'évolutions significatives des vents mesurées (manque de données) Mais des changements constatés par les pêcheurs et les plongeurs : changement des régimes des vents dominants, des vents de plus en plus tournants	Diminution des possibilités de sortir ou de trouver un site abrité	Pas de prévisions fiable	Augmentation des risques d'accidents ou des impossibilités de sortir	Faible

Actuellement les analyses de séries temporelles de données de vent n'indiquent pas de changement de tendance de l'intensité ou la force des vents. Toutefois, trois des cinq plongeurs professionnels enquêtés ont mentionné le caractère de plus en plus imprévisible et changeant des régimes de vent et le fait que cela compliquait leur recherche d'un site abrité pour plonger. Par ailleurs l'un d'eux a noté une augmentation de l'intensité des vents. Deux des plongeurs ont constaté une baisse de mistral l'été ce qui en revanche a favorisé les possibilités de sortie.

« Avant on parlait de vent de force 7, il y a quelques années, maintenant on parle de vent de force 8 et de force 9! Ça a énormément changé. Avant on avait principalement du vent d'est et du vent d'ouest. Maintenant on a du vent du sud, du nord, et des vents tournants. Alors c'est plus compliqué de savoir où on va s'abriter, où on va pouvoir aller. »

« On se met moins à l'abri du mistral. Je m'aperçois, que selon les sites, il y a quelques années, je faisais que le côté est de Port-Cros pour être à l'abri du vent, alors que maintenant... ouest aussi. »

« Les conditions sont maintenant très scabreuses, maintenant il y a vraiment une grande adaptation demandée aux conditions météo parce qu'elle sont très très changeantes même sur une journée. Les bascules à 13h on les ressent. Beaucoup plus maintenant : des bascules de météo se font entre Sicié, CP et la Presqu'île de Giens. Des fois on a une météo totalement différente à l'est et à l'ouest de ces caps là. Et ça c'est un phénomène qui s'est amplifié. Des fois même on a des tendances inversées entre vent d'ouest et vent d'est qui nous amène l'inverse : des fois la pluie alors que c'est de l'ouest. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, au sujet de l'évolution du régime des vents

⁵⁹ IC : Indice de confiance fort/moyen/faible attribué à la fiabilité des observations et/ou des projections climatiques

_

7.1.4.2 Hausse de la température de la mer, stratification des eaux, canicules marines

Tendances climatiques mesurées	Impacts directs et indirects sur l'activité de plongée	Projections climatiques	Impacts potentiels	IC
■ Hausse de température entre 1979 et 2003 : + 0,5°C à +0,8°C ■ Canicules sousmarine en 1999, 2003 ■ Abaissement de la profondeur de la thermocline	 Allongement de la saison de plongée Hausse du confort thermique en plongée Dégradation de la qualité des paysages sous-marins (mortalités massives des gorgones et éponges sensibles à des pathogènes favorisés, développement accentué des algues filamenteuses) Evolution de l'attractivité des sites liée à la richesse faunistique Favorise l'arrivée d'espèces méridionales. 	■ Augmentation de la température, d'ici 2100 sur le pourtour méditerranéen français allant de 1,4 °C (pour les scenarios les plus optimistes) à 3,2 °C pour les plus pessimistes (Adloff et al., 2015)	Accentuation des impacts déjà observés Multiplication des phénomènes de mortalités massives Accentuation de l'augmentation de la température des eaux de surface, particulièrement en hiver. Favorise la naturalisation d'espèces méridionales.	Moyen (tendanc es et impacts avérés)

À Port-Cros, la hausse de la température de la mer est continue. Entre 1979 et de 2003, cette hausse était de l'ordre de +0,5 à 0,8°C (Harmelin, 2004). A l'horizon 2100, des projections climatiques prévoient une augmentation de la température de la mer Méditerranée de l'ordre de 1,4°C à 3,2°C (Adloff *et al.*, 2015). Cette variation de température est de l'ordre du perceptible par les plongeurs et devrait être considérée comme positive pour le confort thermique. L'abaissement en profondeur de la thermocline (zone de transition thermique entre les eaux de surface plus chaudes, et les eaux plus profondes et plus froides), améliore également le confort thermique des plongeurs puisqu'alors les plongeurs profitent mieux des eaux chaudes de surface. Par ailleurs, la saison de plongée pourrait s'allonger ce qui serait en faveur de l'activité socio-économique de plongée. En revanche, les anomalies thermiques positives sont à l'origine de mortalités massives, en particulier des espèces caractéristiques des peuplements coralligènes (gorgones, éponges) qui forment des paysages très appréciés par les plongeurs.

« Il y a 20 ans, tout le monde commençait en mars et s'arrêtait en septembre. Aujourd'hui, on commence plutôt en avril et on termine en novembre. Il y a un glissement très net. »

Verbatim extrait d'entretien avec un plongeur

7.1.4.3 Acidification de la mer

Tendances climatiques mesurées	Impacts observés	Projections climatiques	Impacts potentiels	IC
Acidification évidente et prononcée	Dégradation de la qualité des paysages sous- marins	Les modèles prévoient qu'elle pourrait tripler d'ici 2100 en cas de scenario pessimiste	L'acidification des eaux aura des impacts sur les écosystèmes marins notamment une régression des formations bioconstruites comme les habitats coralligènes	Moyen

Des mesures hebdomadaires réalisées depuis 2007 dans la rade de Villefranche-sur-Mer montrent une diminution du pH de 0.028 unités (Kapsenberg *et al.*, 2017). A l'échelle mondiale, l'acidité aurait augmenté d'environ 30 % depuis le début de la révolution industrielle et les modèles prévoient qu'elle pourrait tripler d'ici 2100 en cas de scenario pessimiste (GREC SUD). A l'échelle mondiale, le pH moyen des océans serait déjà passé de 8,16 à 8,05 au cours des dernières décennies (Loaciga, 2006 ; Ruttiman, 2006) et devrait diminuer pour atteindre 7,9 d'ici 2100 (Hefferman, 2006). Les scientifiques alertent sur le fait que la vitesse de modification du pH n'a jamais été aussi élevée (Otero *et al.*, 2013).

Du point de vue de la plongée sous-marine, les impacts de l'acidification sont ceux qui touchent les habitats marins préférés des plongeurs en particulier les habitats coralligènes. En effet, les espèces ingénieures de ces habitats bio-construits sont des espèces à squelette calcaire particulièrement vulnérables à l'acidification.

7.1.4.4 Salinisation de la mer

Tendances climatiques mesurées	Impacts observés	Projections climatiques	Impacts potentiels	IC
Augmentation de la salinité : de 35g/kg en 1950 à 40g/kg en 2000	Incertitude	Augmentation de + 0,2 g/l à + 0,8 g/l	Accentuation de la dégradation des habitats marins	Moyen

La salinité de surface de la mer Méditerranée a évolué de 35 à 40 g/kg d'eau de mer, entre 1950 et 2000 (Rixen et al., 2005). Le changement climatique, par l'augmentation de la température qui accroît l'évaporation et la diminution des précipitations, explique en partie ce phénomène. D'autres facteurs comme la réduction des flux des rivières en raison de l'anthropisation complètent les raisons de ce phénomène. Des observations montrent également une salinisation graduelle des couches intermédiaires et profondes, à plus de 150 mètres de profondeur (Rixen et al., 2005, Vargas-Yáñez et al., 2010). D'après Adloff et al., la salinité, au niveau du pourtour méditerranéen français, devrait augmenter de 0,2 g/l à 0,8 g/l selon les scénarios. Actuellement, les impacts directs de la salinisation de la mer sur l'activité de plongée ne sont pas identifiés. Il est probable qu'une évolution de la salinité généralisée en mer Méditerranée impacte les écosystèmes marins et donc indirectement l'activité de plongée, mais l'incertitude quant à ces impacts sur l'activité de plongée est forte.

7.1.4.5 Vagues de submersion, houle

Tendances climatiques mesurées et/observées	Impacts observés	Projections climatiques	Impacts potentiels	IC
Elévation du niveau de la mer : +2,6 mm/a, (3 dernières décennies) Amplification des phénomènes de submersion marine et d'érosion côtière	 Dégâts matériels (infrastructures, bateau) Diminution des possibilités de sortir du port ou de trouver un site abrité 	Hausse d'occurrence des épisodes de tempêtes	 Augmentation des risques de dégâts matériels (infrastructures, bateau) Diminution accrue des possibilités de sortir du port 	Faible

A l'image de ce qui a été observé au cours des dernières décennies dans le nord-ouest de la Méditerranée, les inondations et les épisodes de tempêtes devraient être plus fréquents et intenses (pluies torrentielles plus fortes). Ces phénomènes augmentent les risques de dégâts causés aux navires, outil de travail essentiel des plongeurs car les sites de plongées sont rarement accessibles sans ce moyen de transport. Par ailleurs ces aléas contraignent les plongeurs à annuler leurs sorties de plongée pour raison de sécurité.

7.1.4.6 Les effets des changements climatiques sur les écosystèmes marins pouvant impacter l'activité de plongée sous-marine de loisir⁶⁰

Les écosystèmes côtiers sont essentiels au maintien de l'offre touristique, notamment en ce qui concerne la plongée sous-marine. Les îles d'Hyères dont Port-Cros offrent de nombreux sites de plongée parmi les plus beaux de Méditerranée et sont très prisés des plongeurs en période estivale. Une érosion ou modification de la biodiversité faunistique et floristique sous-marine sur le long terme pourrait toutefois avoir des répercussions importantes sur l'activité de plongée sous-marine. Sans détailler les processus de modifications des écosystèmes marins face aux changements climatiques, cette partie présente les impacts au niveau socio-économiques sur l'activité de plongée sous-marine. Les principaux impacts concernent la dégradation des paysages sous-marins et l'évolution des peuplements de poissons.

Dégradation des paysages sous-marins

Plusieurs études témoignent des préférences des plongeurs pour les habitats coralligènes, habitats typiques de la mer Méditerranée (Thierry de Ville d'Avray, 2018 ; Tribot *et al.* 2016). Les habitats coralligènes sont réputés pour le grand nombre d'espèces qu'ils abritent (plus de 1600), et leur grande diversité paysagère en terme de structures bio-construites et de couleurs. Ces habitats marins, par leur nature de bio-constructions calcaires sont particulièrement vulnérables à l'acidification. Par ailleurs ils abritent des espèces sensibles aux élévations de température telles

⁶⁰ D'autres études traitant spécifiquement de la vulnérabilité des écosystèmes marins face aux changements climatiques, la présente étude ne détaille pas les impacts sur l'écosystème marin, mais expose des impacts socio-économiques résultant de l'évolution des écosystèmes.

que les gorgones, particulièrement appréciés des plongeurs (Tribot et al., 2016) et les éponges. Des épisodes de blanchissement de gorgones sont observés depuis au moins une vingtaine d'années suite à des anomalies thermiques (Perez et al., 2000) et des mortalités d'espèces à squelette calcaire suite à l'évolution continue du phénomène d'acidification. Actuellement la capacité d'adaptation des espèces des habitats coralligènes aux changements climatiques n'est pas bien connue, mais il est probable qu'une accentuation des anomalies thermiques et de l'acidification seront fortement impactant sur ces milieux.

Par ailleurs, l'élévation du niveau de la mer (+5cm entre 2002 et 2017) impacte fortement la limite inférieure (profonde) des herbiers de *Posidonia oceanica*. Ces habitats marins sont endémiques et emblématiques de Méditerranée, et aussi très appréciés des plongeurs dans les petits fonds. Ils ont également un rôle de nurserie prépondérant pour un grand nombre d'espèces côtières marines qui pourraient être impactés en conséquence.

Actuellement la hausse de la température marine favorise la prolifération de deux types d'algues problématique pour les plongeurs à cause de leur caractère envahissant. Ces algues recouvrent les fonds dégradant les paysages recherchés par les plongeurs, tels que les habitats coralligènes. Par ailleurs l'effet de ces algues sur la faune et la flore recouverte est d'empêcher le passage de la lumière ou des nutriments, empêchant ainsi le développement de ces espèces originellement présentes.

7.1.5 Les facteurs de sensibilité et de capacité d'adaptation de l'activité de plongée sous-marine

Les cinq gérants de club de plongée enquêtés sont unanimes sur les critères de choix d'un site de plongée. Le critère le plus important est la sécurité : pour une météo donnée, le site de plongée doit être abrité du vent s'il y en a et accessible sans risque. Par ailleurs, le site doit respecter les contraintes qu'imposent les niveaux de leurs plongeurs. Une fois les contraintes de sécurité remplies, les moniteurs se préoccupent du plaisir de leurs plongeurs qui se traduit par la recherche d'un site « joli » et « où il y a du gros poisson ». La notoriété des sites entre alors en jeu et repose généralement sur la qualité paysagère et faunistique du site.

Pour rappel, cette étude a mis en évidence trois principaux impacts, conséquences plus ou moins directes des évolutions climatiques :

- l'évolution positive ou négative de l'attractivité des sites de plongée : soit due à la qualité des paysages sous-marin et la faune associée, soit due aux conditions impactant le confort de la plongée ;
- l'évolution positive ou négative des possibilités de sortir plonger (équivaut à la possibilité de rejoindre un site où les conditions sont favorables à une plongée en sécurité);
- l'évolution positive ou négative des dégâts matériels (infrastructure, bateau).

7.1.5.1 Les facteurs de sensibilité

Les facteurs de sensibilité sont identifiés indépendamment des facteurs d'exposition. Les facteurs de sensibilité ne sont pas basés sur des prédictions climatiques, il s'agit de facteurs caractéristiques de l'activité de plongée à prendre en compte dans l'évaluation des impacts. Une augmentation de la sensibilité amplifie l'impact, alors qu'une augmentation de la capacité d'adaptation atténue l'impact.

Une forte fréquentation et une sur-fréquentation de certains sites de plongée

Les entretiens avec les plongeurs mettent en évidence le problème de sur-fréquentation de certains sites de plongée tels que le site « La Gabinière ». Dans le cas où l'évolution climatique modifierait le régime des vents en exposant plus de sites aux vents dominants, la fréquentation augmenterait sur les sites protégés des vents dominants. La forte notoriété d'un site tel que celui de La Gabinière, peut provoquer une concentration des plongeurs en un site au lieu d'une répartition de la fréquentation plus égale sur l'ensemble des sites de plongée du territoire. La sur-fréquentation génère une baisse d'attractivité des sites de plongée. Par ailleurs, elle réduit la capacité des plongeurs à se reporter sur des sites abrités satisfaisants.

- « La fréquentation s'amplifie. C'est un des plus gros problèmes. »
- « On est dans une activité de tourisme et c'est le client, qui grâce à la notoriété du site, va vouloir y aller. Si on propose autre chose, même si c'est aussi beau, s'il n'a pas la notoriété, les gens n'y vont pas.

Typiquement, La Gabinière, c'est un site qui est demandé par le client. Moi j'ai des gens qui m'appellent :

- bonjour, est ce que demain vous faites La Gabinière?
- Non demain je ne peux pas il y a du vent.
- Bon tant pis.

Et le plongeur ne vient pas plonger, parce qu'il voulait aller à La Gabinière et c'est tout. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée

Les attentes des plongeurs en termes de qualité des paysages

Le principal intérêt de l'activité de plongée réside dans la découverte et l'appréciation des paysages sous-marins ainsi que de la faune associée. L'offre de sites de plongée sur le territoire est diversifiée : une centaine de sites dont des tombants, des habitats coralligènes, des herbiers et des épaves. Ce large choix est ce qui permet actuellement aux plongeurs de toujours trouver un site pouvant satisfaire leurs attentes. Toutefois, dans l'éventualité d'une forte augmentation des températures en mer à diverses profondeurs combinée à l'acidification de la mer, une **dégradation généralisée des paysages sous-marins** causée par des espèces envahissantes serait possible ce qui réduirait considérablement l'attractivité de l'activité de plongée. Depuis une dizaine d'années, les algues filamenteuses sont très visibles à certaines saisons, en particulier dans la tranche de profondeur 10-30 mètres qui est très fréquentée par les plongeurs. La plongée étant un loisir, la seule motivation des plongeurs est leur plaisir. En cas d'insatisfaction, le plongeur pourrait se tourner vers d'autres occupations.

« Ça nous pourrit les sites de plongée, on se retrouve avec de l'eau pourri, on a plus de visuel ni faune, tout est marron ; tout est mort. Aucun intérêt. »

« La cotonneuse je la vois partout. Je plonge pas mal en rade, et elle y est aussi. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, au sujet des algues filamenteuses (souvent appelées « algue cotonneuse » ou « algue barbe à papa »)

Les préférences des plongeurs concernant la faune sont difficiles à appréhender. Il semblerait que les plongeurs locaux et habitués soient plus attachés aux espèces patrimoniales de leur territoire et perçoivent comme une menace l'arrivée de **nouvelles espèces d'origine méridionale**. D'autres plongeurs ont une appréciation des espèces indépendante du critère patrimonial. Ceux-ci peuvent voir positivement l'arrivée d'espèces « nouvelles » et extraordinaires sur le territoire telles que le barracuda (installé depuis une trentaine d'années) et d'autres plus ponctuellement. L'arrivée de nouvelles espèces serait plutôt perçue de façon neutre ou positive par les plongeurs en particulier s'il s'agit d'espèces considérées comme « jolies » comme les girelles paon, ou d'espèces représentées par des individus de grande taille comme les barracudas. Dans l'imaginaire collectif, le paradis du plongeur serait perçu comme un récif peuplés d'espèces tropicales, ainsi une « méridionalisation » des peuplements de poissons du secteur pourrait être plutôt bien accueillie par les plongeurs. Pour certains plongeurs particulièrement sensibles à l'impact environnemental, l'arrivée de nouvelles espèces pourrait toutefois être perçue négativement dans le cas où leur impact négatif sur des espèces patrimoniales est connu.

- « Pour être franc, le changement climatique j'ai énormément de mal à le percevoir. Mais j'ai vu des changements : l'apparition de nouvelles espèces de poissons, ça je peux le quantifier. »
- « C'est positif quand ça permet aux gens de voir des espèces qui plaisent comme les raies pastenagues, les poissons lunes (on en voit plus qu'avant). »
- « sur l'aspect attractivité du site, le plongeur recherche du poisson, si on a des espèces exotiques, ça lui évitera de parcours des milliers de km, car sur place. »
- « pour le plongeur de voir une bande de rascasse volante, ça serait magnifique ! »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, à propos de l'évolution des populations d'espèces

Les exigences des plongeurs en terme de confort (météo et température de l'eau)

Sur la côte varoise, la température de l'eau de mer ne descend pas en dessous de 12°C toutes profondeurs ou saisons confondues. La température des eaux de surface est la plupart du temps au dessus de 20°C en été, entre 15°C et 20°C au printemps et automne et entre 12°C et 16°C en hiver. La température de confort thermique du corps dans l'eau est de 37°C. Selon le modèle de combinaison, le plongeur est généralement confortable dans une eau dont la température avoisine les 20°C pour une plongée d'une heure. En termes de confort thermique, le plongeur appréciera donc une augmentation de la température de la mer et un abaissement de la profondeur de la thermocline qui sépare des eaux plus chaudes proches de la surface des eaux plus froides plus en profondeur.

Par ailleurs, la plongée étant avant tout une activité de loisir, le plongeur est peu contraint dans sa pratique et choisit généralement de plongée quand bon lui semble, sous réserve de conditions météorologiques favorables. La plongée étant aussi une activité coûteuse et nécessitant une certaine logistique à mettre en œuvre (temps, réservation, matériel etc.), le plongeur a malgré tout intérêt à choisir un créneau de plongée qui lui garantisse des conditions optimales : une mer calme, pas de vent et un bon ensoleillement. Le plongeur de loisir n'a donc pas d'intérêt quelconque à plonger en cas de météo houleuse qui, sans être nécessairement dangereuse, risque de réduire son plaisir.

« La plongée c'est du loisir. Ça fonctionne avec la météo, s'il fait beau les gens plongent, sinon ils ne plongent pas. On dépend principalement de la météo. »

> Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, à propos des exigences des plongeurs

La concurrence avec d'autres territoires

Le territoire du PNPC est renommé auprès des plongeurs pour le caractère de Parc national traduisant plus de 50 ans de préservation de l'environnement marin. Il s'agit d'un des spots de plongée les plus réputés en Méditerranée. De façon générale, pour les plongeurs français, la façade méditerranéenne est plus attractive que la façade atlantique en raison de la chaleur de l'eau, de la visibilité et de la richesse des espèces. La menace de concurrence vient des régions plus méridionales de Méditerranée ou de Mer Rouge. Les offres de séjours bon marché dans ces régions avec l'argument d'un climat plus chaud associé à la notoriété de l'exotisme (des espèces marines comme des pays d'accueil) représentent une alternative attractive pour la clientèle de plongeurstouristes (notamment les Français, Allemands, Belges qui représentent la majeure partie de la clientèle non locale selon les professionnels enquêtés dans le cadre de étude).

« Pour moi, la plus grosse menace c'est la concurrence internationale. A l'heure actuelle, c'est la Méditerranée ou la Mer rouge où les niveaux de vie sont bien moindre et dont les prix sont englobés dans une prestation et personne ne sait réellement combien ça coûte. Et les gens veulent aller plus loin, c'est la recherche de l'exotisme. C'est plus valorisant de dire "je suis allé à Malte" que de dire "je suis allé à Giens". Au départ de Nice ou de Paris, c'est très accessible et l'avion, à l'heure actuelle, c'est pas cher. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, à propos de la menace de concurrence

La protection des sites aux vents dominants

Le choix d'un site de plongée est en premier lieu contraint par les conditions météorologiques. En cas de vent fort, le choix doit nécessairement se porter vers un site abrité de ce vent. En cas de vent tournant un site abrité est plus difficile à trouver. Le territoire du Parc est historiquement soumis à des vents dominants d'est et ouest. Actuellement, le Parc ne dispose pas de série temporelle de

données de vent à son échelle géographique. Avec toute la prudence que ce manque de données impose, il est intéressant de noter que plusieurs des plongeurs et pêcheurs enquêtés ont observé un changement notable de régime de vent qui se traduirait par une plus grande instabilité des conditions météorologiques. L'activité de plongée est particulièrement sensible au régime de vent qui représente le premier critère de possibilité de sortie et de choix d'un site de plongée. Actuellement, les plongeurs affirment trouver toujours un site de plongée abrité des vents. Mais en cas d'accentuation des phénomènes de bascules de vent ou de changements des régimes de vent dominants, la possibilité de sortir plonger pourrait être réduite.

« Si j'ai du vent d'ouest, je suis condamné à aller toujours sur le même site... Ca génère de la déception pour les gens qui y vont alors 2 ou 3 fois dans la semaine. »

« Les conditions sont maintenant très scabreuses, maintenant il y a vraiment une grande adaptation demandée aux conditions météo parce qu'elles sont très très changeantes même sur une journée. Les bascules à 13h, on les ressent beaucoup plus maintenant : des bascules de météo se font entre Sicié, CP et la Presqu'ile de Giens. Des fois, on a une météo totalement différente à l'est et à l'ouest de ces caps là. Et ça c'est un phénomène qui s'est amplifié. Des fois, on a des tendances inversées entre vent d'ouest et vent d'est qui nous amène l'inverse : des fois, la pluie alors que c'est de l'ouest. »

« On se met moins à l'abri du mistral. Je m'aperçois que selon les sites, y'a quelques années, je faisais que le côté est de Port-Cros pour être à l'abri du vent, alors que maintenant... ouest aussi. »

« Avant on parlait de vent de force 7, il y a quelques années, maintenant on parle de vent de force 8 et de force 9! Ça a énormément changé. Avant on avait principalement du vent d'est et du vent d'ouest. Maintenant on a du vent du sud, du nord, et des vents tournants. Alors c'est plus compliqué de savoir où on va s'abriter, où on va pouvoir aller. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, à propos de la protection des sites aux vents

La vulnérabilité économique des structures de plongée

Les structures de plongée sont tributaires des conditions météorologiques et l'annulation des sorties en cas de météo défavorable représente inévitablement une perte économique. Hors les structures de plongée ont généralement peu de trésorerie. L'activité est saisonnière, concentrée sur la période estivale.

Par ailleurs, l'activité de plongée en France et particulièrement sur le territoire d'étude est très encadrée et réglementée. Actuellement, les structures de plongée supportent la réglementation, mais elles seraient très sensibles à une limitation réglementaire de leur activité.

« Les structures elles-mêmes de plongée sont dans des situations financières extrêmement vulnérables. C'est bien expliqué, il manquait juste un élément qui était celui de la complexité règlementaire qui va en s'aggravant chaque année, qui est un élément limitant et impactant dans la viabilité de la plongée. Elles sont déjà vulnérables. [...] Les conditions actuelles, la situation météorologique c'est-à-dire saisonnière etc. oui sont des éléments qui impactent la viabilité des structures. Et ce sont des structures qui n'ont pas de réserves financières. Elles ont un équilibre vraiment précaire. C'est pour ça que toutes les mesures qui pourraient découler de restriction de sites de plongée, de taxation etc. risque de mettre les structures de plongée en péril. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec un représentant de la FFESSM concernant la vulnérabilité économique des structures de plongée

7.1.5.2 Les facteurs de capacité d'adaptation

Diversification des activités

Pour une structure de plongée, une diversification des activités vers l'apnée, la randonnée palmée et la découverte de sentier sous-marin ne demanderait pas un fort investissement en matériel, formation ou brevet. Ce qui demanderait plus d'investissement à une structure de plongée serait de se diversifier vers le transport de personnes en mer (à objectif de promenade ou d'observation de cétacés) car cela demande une certification particulière et un type de bateau aménagé différemment. Cette diversification est déjà opérée par certaines structures de plongée du territoire.

Lors de journées de mauvais temps, les clubs de plongée dispensent les cours théoriques compris dans les formations des plongeurs de loisirs. En revanche ils n'ont pas d'activité alternative à proposer aux plongeurs qui ne sont pas en formation, car ceux-ci ne viennent que pour plonger. Si la météo ne permet pas de plonger, ils ne viennent pas.

- « si des plongées sont annulées à cause de météo défavorable, pensez-vous que les clubs de plongée pourraient proposer d'autres activités que la plongée ?
- on pourrait faire de l'éducation à l'environnement, Quand on est sur des formations, on case les cours dans les moments de météo difficiles. Mais quand les gens sont vraiment là pour du loisir, c'est un peu délicat de leur proposer une vidéo à la place d'une plongée.

Et puis au niveau réglementaire, on ne peut pas faire n'importe quoi on doit rester dans le cadre de l'activité qu'on a déclaré en tant qu'association de plongée. »

« J'aimerais bien développer un peu plus le sentier sous-marin, j'aime bien le côté environnemental et pédagogique. ça permet de toucher un nouveau public de personnes qui ont envie de découvrir le milieu marin. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, à propos de la diversification des activités proposées par les structures de plongée

Gestion des usages, bonnes pratiques et sensibilisation des plongeurs via la Charte du Parc

La première charte du plongeur responsable a été rédigée à Port-Cros en 1994. Le Parc avait entamé la collaboration avec les structures de plongée des années plus tôt afin de les rendre partenaire de la gestion de l'activité de plongée sur le territoire du Parc. Ce partenariat favorise une gestion durable de l'activité de plongée par la gestion de la fréquentation, la promotion de bonnes pratiques de plongée. Le partenariat de nombreux clubs de plongée avec le Parc favorise la sensibilisation des plongeurs aux évolutions des écosystèmes marins. Par ailleurs, les mesures de préservations des espèces patrimoniales par le Parc favorisent la résilience des écosystèmes marins face aux changements climatiques.

« S'il y a des consignes de quotas établis par rapport à un horaire en terme de nombre de plongeurs sur un même site au même moment. ça c'est tout à fait légitime si on veut préserver. Ce sont des consignes de parc qui sont tout à fait normal ou intelligentes. »

« La charte est très bien, mais elle est insuffisante.»

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des plongeurs gérants de clubs de plongée, à propos de la gestion de l'activité de plongée dans les eaux du Parc

Campagnes d'éradication de la Caulerpa taxifolia menées sur le territoire

Le Parc national de Port-Cros a initié des campagnes d'éradication de la *Caulerpa taxifolia* qui ont permis d'endiguer la prolifération sur certains sites. Les actions ont été poursuivies chaque année, impliquant des clubs de plongée, comme c'est le cas au Pradet de TéloSub et du Centre de Plongée du Pradet. Cette action constitue un facteur d'adaptation pour maintenir des paysages sous marins de qualité, satisfaisant pour les plongeurs, malgré un impact avéré de la caulerpe.

7.1.6 Evaluation de la vulnérabilité de l'activité de plongée

7.1.6.1 Synthèse de la vulnérabilité et hiérarchisation des impacts

Les chaines d'impacts (

Figure 67 et Figure 68) synthétisent de façon schématique l'ensemble des facteurs d'exposition, des facteurs de sensibilité, des impacts résultant et des capacité d'adaptation identifiés lors de l'étude des vulnérabilités de l'activité de pêche artisanale aux changements climatiques. La matrice de vulnérabilité (Figure 69) présente une hiérarchisation des impacts d'après la grille de notation des facteurs d'exposition et de sensibilité présentée en méthodologie.

Légende pour la lecture des chaines d'impacts :

- Jaune : impacts potentiels- Bleu : facteurs d'exposition- Vert : facteurs de sensibilité

- Orange : facteurs de capacité d'adaptation

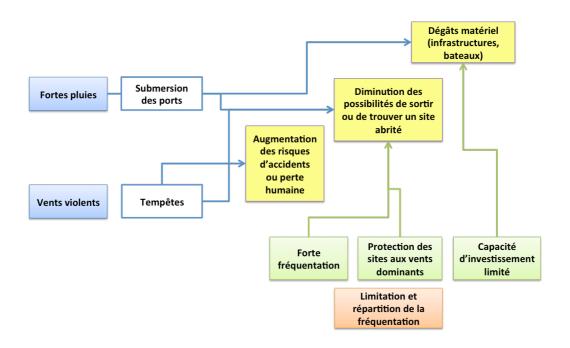


Figure 67 : Chaîne d'impacts des changements climatiques sur l'attractivité des sites de plongée

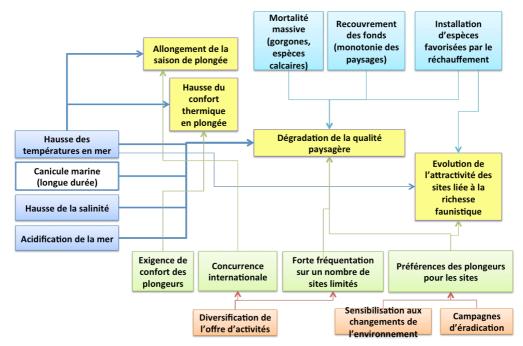


Figure 68 : Chaîne d'impacts des changements climatiques sur les conditions de plongée

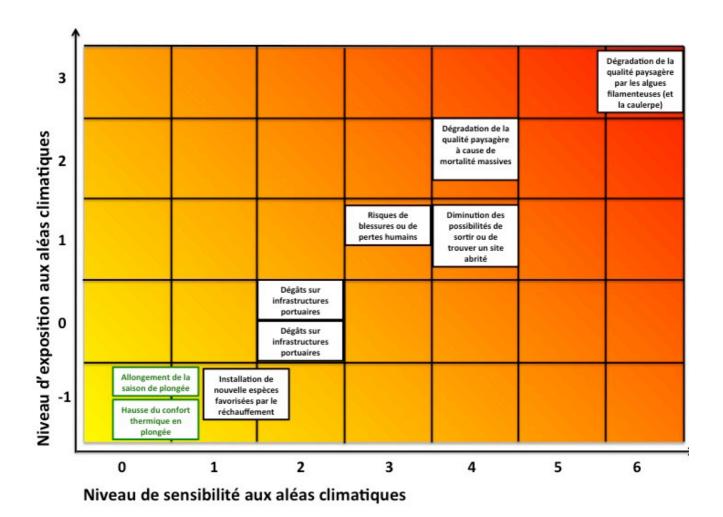


Figure 69 : Matrice de vulnérabilité : hiérarchisation des impacts des changements climatiques sur les activités de plongée selon le degré d'exposition et de sensibilité de l'activité dans le territoire d'étude

Bien que l'activité de plongée dépendent des conditions météorologiques et de la qualité des paysages sous-marins, les entretiens ont montré que cette activité a une sensibilité compensée par sa capacité d'adaptation permettant de faire face aux changements climatiques potentiels. Cette étude montre que l'activité de plongée sous-marine, bien que directement dépendante du milieu marin et des conditions climatiques, est actuellement peu impactée par les changements climatiques. En effet l'évolution des paramètres climatiques n'est actuellement pas sensiblement défavorable à l'activité de plongée mais cela pourrait évoluer en impact très négatif à long terme. L'augmentation de la température de la mer est à double tranchant, à la fois positive pour le confort des plongeurs, potentiellement positive ou négative en favorisant la méridionalisation des espèces plus ou moins bien perçue par les plongeurs. Toutefois, à plus long terme les évolutions climatiques (en particulier l'augmentation de la température et l'acidification de la mer) pourraient avoir un impact très négatif sur l'activité de plongée en portant atteinte à l'un des principaux intérêts des plongeurs, la qualité des paysages sous-marin, en la dégradant par les mortalités massives d'espèces sessiles Les mortalités massives de gorgones lors des canicules marines de 1999 et 2003 ont marqué les plongeurs et sont un exemple probant de la vulnérabilité des écosystèmes marins du notamment au nord de la mer Méditerranée.

Deux impacts négatifs ont été fortement mis en avant :

- la dégradation ponctuelle ou permanente des paysages sous-marins par la prolifération d'espèces envahissantes : la caulerpe et les algues filamenteuses. Concernant les algues filamenteuses, les plongeurs les observent sur leur territoire depuis une dizaine d'année lors d'épisodes saisonniers de plus en plus fréquents.
- la dégradation ponctuelle ou permanente des paysages sous-marins par la des épisodes de mortalité massive.

Par ailleurs les plongeurs ont ressentis des changements de plus en plus brutaux de régime de vents qui les déstabilisent dans la recherche d'un site abrité en cas de météo contraignante. Ce ressenti est actuellement à tempérer car non étayé par des mesures scientifiques.

L'adaptation à ces impacts se fait principalement en reportant l'activité sur des sites abrités et des sites dont la qualité paysagère n'est pas altérée. La présence d'algues filamenteuses est problématique car particulièrement visible et couvrante, mais aussi car leur apparition est difficilement prévisible et parfois sur un grand nombre de sites à la fois. Toutefois en cas de paysages recouverts d'algues, les plongeurs peuvent trouver satisfaction grâce à la faune évoluant dans le paysage ou porter leur intérêt sur l'une des nombreuses épaves du territoire. Certaines structures de plongée, associatives principalement, sont engagées dans les programmes d'éradication de la caulerpe.

Le facteur de sensibilité principalement mis en avant est la forte fréquentation des sites de plongée dans le secteur. Or le fait que le report sur des sites abrités ou préservés des espèces envahissantes soit la réponse évidente aux impacts climatiques a pour conséquence de concentrer la fréquentation, qui est déjà forte, sur des sites n'ayant pas nécessairement la capacité de charge suffisante.

La concurrence internationale est un facteur de sensibilité important pour les structures de plongée commerciales mais faible pour les structures de plongée associatives. Les clubs associatifs regroupent exclusivement des adhérents locaux qui recherchent une pratique régulière de la plongée et dont l'expérience du territoire peut être étendue sur de nombreuses années. Ces plongeurs sont particulièrement sensibles à l'évolution des paysages sous-marins, l'arrivée de nouvelles espèces, qu'ils peuvent considérer comme négatifs. Ils ont une pratique plus étalée sur l'année et ont tendance à attendre les conditions météorologiques optimales pour planifier une sortie de plongée. Cette pratique de la plongée n'est pas très sensible à la concurrence

internationale. Les structures commerciales au contraire visent une clientèle majoritairement non locale, pratiquant la plongée sur de courts séjours et souhaitant les rentabiliser au maximum par des plongées condensées. Ces plongeurs sont moins sensibles à l'évolution des paysages et l'arrivée de nouvelles espèces, qu'ils peuvent considérer plus volontiers positivement. Cependant l'activité véritablement économique de ces structures de plongée est menacée par la concurrence que représentent les autres sites de Méditerranée et de Mer Rouge, de plus en plus accessibles grâce aux offres commerciales attractives de séjours de plongée tout-compris.

7.1.6.2 Indicateurs pour évaluer la vulnérabilité de la plongée

	Propositions de métriques/	<mark>indicateurs</mark>	pour l'évaluation des fac	cteurs d'IMPACTS	
Descripteur	Métrique Mesure du niveau d'impact	Unité	Cotation (seuils de détermination des niveaux d'impacts pour évaluer les impacts)	Pertinence (lien direct avec CC = +++)	Réalisme (effort nécessaire pour avoir la données faible : +++)
Dégâts matériels (infrastructures, bateau)	Part du budget (chiffre d'affaire pour les entreprises ou d'autofinancement pour les associations) dépensée en réparation et/ou de remplacement en matériel par les professionnels de la plongée	% (d'euros)	0% - 5 %: impact faible 5% - 20 %: impact moyen > 20 %: impact fort (à affiner)	+ (difficulté d'isoler le CC)	+ (collecte de données lourde, via agenda de plongée des clubs)
Diminution des possibilités de sorties ou de trouver un site abrité	Nombre de sorties annulées pour cause de conditions météorologiques défavorables / an	Nombre /an	<= 5 sorties : impact faible Entre 6 et 10 : impact moyen > 10 : impact fort (à affiner)	+ (difficulté d'isoler le CC)	++ (collecte des données via agenda de plongée des clubs)
Augmentation des risques d'accidents ou de perte humaine	Nombre d'accidents engendrés par des conditions climatiques difficiles	Nombre	A définir	+ (difficulté d'isoler le CC)	+ (collecte de données auprès des clubs, risque de sous-estimation)
Durée de la saison de plongée	Durée moyenne de la saison de pleine activité de plongée en structure OU évolution de la période d'ouverture des structures de plongée	Nombre de semaines OU Dates de début et de fin	< 20 semaines : raccourcissement de la saison 21-25 semaines : durée de référence > 25 semaines : allongement de la saison (à affiner)	++ (grande disparité selon les clubs et leur clientèle ou adhérents visés)	+++ (collecte de données auprès des clubs)
Confort thermique en plongée	Nombre de jours où la température de l'eau à 20 mètres de profondeur est supérieure à 20°C	Nombre de jours	<pre>< 30 j : pas ou peu de hausse du confort thermique Entre 30 j et 60 j : hausse du confort thermique moyenne > 60 j : forte hausse du confort thermique (à affiner)</pre>	+++ (lien direct avec le CC)	+++ (ligne de thermographes à Port-Cros, données déjà collectée)
Dégradation de la qualité des paysages sous- marins	Nombre de sites subissant un appauvrissement de la qualité paysagère pour cause de mortalité massive, recouvrement par espèces envahissantes, sur les 102 sites recensés (dont sites emblématiques)	Nombre de sites impactés /102, dont % de sites emblémat iques impactés	<5%: impact paysager faible Entre 5% et 20%: impact paysager moyen > 20%: impact paysager fort (à affiner)	++ (difficulté d'isoler le CC, influence de la gestion)	+ (nécessité d'un suivi régulier des sites en plongée ou estimation via un questionnaire auprès des clubs)
	Niveau de gêne des plongeurs quant à la présence d'algues filamenteuses, caulerpe, et aux mortalité massives au sortir de leur plongée.	Note numériqu e	1: gêne faible 2: gêne moyenne 3: gêne forte (à affiner)	++ (lien avec le CC mais influence de la perception individuelle des plongeurs)	+ (lourd protocole de questionnaire auprès de plongeurs)
Attractivité des sites liée aux espèces exotiques	Niveau d'appréciation moyen des plongeurs quant à la présence d'espèces exotiques (barracuda, balistes,)	Note numériqu e	1: appréciation faible 2: appréciation moyenne 3: appréciation forte (à affiner)	++ (lien avec le CC mais influence de la perception individuelle des plongeurs)	+ (lourd protocole de questionnaire auprès de plongeurs)

Pr	opositions de métriques/	indicateurs	pour l'évaluation des f	acteurs de SENSIBI	LITE
Descripteur	Métrique Mesure du niveau d'impact	Unité	Cotation (seuils de détermination des niveaux d'impacts pour évaluer les impacts)	Pertinence (lien direct avec CC = +++)	Réalisme (effort nécessaire pour avoir la données faible : +++)
Forte fréquentation	% de sites (parmi les 102 du territoire) considérés comme régulièrement sur- fréquentés	% (de sites)	<5%: faible gêne de la sur-fréquentation Entre 5% et 20%: moyenne gêne de la sur- fréquentation > 20%: forte gêne de la surfréquentation (à affiner)	++ (lien avec le CC indirect mais facteur fortement aggravant)	++ (collecte des données auprès des structures de plongée ou via les agents du Parc)
Protection des sites aux vents dominants	Part des sites abrités des vents dominants de l'année (actuellement vent d'ouest et vents d'est)	% (nombre de sites)	<5%: faible gêne de l'exposition aux vents Entre 5% et 20%: moyenne gêne de l'exposition aux vents > 20%: forte gêne de l'exposition aux vents (à affiner)	++ (lien avec le climat direct, mais manque de mesure mettant en évidence un changement climatique)	++ (exposition des sites aux vents assez facile à renseigner, rose des vents locale facile à obtenir via des logiciels en ligne)
Répartition de la fréquentation des sites en fonction de la météo	Carte de fréquentation des sites en fonction de la météo	carte	comparaison des cartes	++ (lien avec le climat direct, mais manque de mesure mettant en évidence un changement climatique)	+ (difficile d'obtenir une données journalière de la fréquentation des sites à croiser avec la météo journalière)
Capacité d'investissement (€) limitée	% Chiffre d'affaire ou trésorerie disponible par structure de plongée pour investir dans du matériel	% (€)	A définir	+ (seuils difficiles à déterminer car grande disparité selon les clubs)	+ (donnée difficile à obtenir)
Préférences des plongeurs pour les sites	% de plongeurs dont la 1ère motivation est le paysage	% (nb plongeurs)	A définir	++ (influence de la perception individuelle des plongeurs)	+ (via questionnaire) aux plongeurs, coûteux)
	% de plongeurs dont la 1ère motivation est la faune	% (nb plongeurs)	A définir	++ (influence de la perception individuelle des plongeurs)	+ (via questionnaire aux plongeurs, coûteux)
Concurrence internationale	% de clientèle non locale (hors département du Var)	% (nb plongeurs)	> 70% : sensibilité forte à la concurrence Entre 30% et 70% : sensibilité moyenne à la concurrence < 30%:sensibilité faible à la concurrence (à affiner)	++ (lien avec CC indirect)	+ (gros effort de collecte de données via questionnaire)

Propositi	Propositions de métriques/indicateurs pour l'évaluation des facteurs de CAPACITE D'ADAPTATION					
Descripteur	Métrique Mesure du niveau d'impact	Unité	Cotation (seuils de détermination des niveaux d'impacts pour évaluer les impacts)	Pertinence (lien direct avec CC = +++)	Réalisme (effort nécessaire pour avoir la données faible : +++)	
Limitation et répartition de la fréquentation	% de sites dont la fréquentation est limitée	% (Nombre de sites)	A définir	++	++	
Diversification de l'offre d'activités de loisirs et activités professionnelles complémentaires	% (ou nombre) de structures de plongée proposant d'autres activités de loisir que la plongée % (ou nombre) de structures de plongée proposant des services techniques aux professionnels	% (nombre de clubs)	<5%: faible diversification Entre 5% et 20%: moyenne diversification >20%: forte diversification (à affiner)	++	++	
Campagne d'éradication de la caulerpe	Nombre de structure de plongée participant au programme d'éradication de la caulerpe.	Nombre de structures	A définir	+	+	

7.2 Stratégies d'adaptation aux changements climatiques

L'adaptation de l'activité de plongée sous-marine aux changements climatiques doit se traduire par une réduction de sa sensibilité aux expositions climatiques et l'augmentation de sa capacité d'adaptation. Pour chaque impact avéré et potentiel, on peut ainsi utiliser les chaînes d'impact développées dans le présent rapport et lister les actions d'adaptation possibles en se basant sur les facteurs de sensibilité risquant d'accentuer la gravité de l'impact et les facteurs de résilience qui devraient être encouragés ou développés pour diminuer cette gravité. Cela permet de structurer la stratégie d'adaptation.

Afin de prévenir les impacts potentiels des changements climatiques aux horizons 2035 et 2055, des pistes d'adaptation sont donc envisageables. Elles sont notamment issues des entretiens avec les professionnels de la plongée, et des documents du Parc national de Port-Cros (notamment la Charte).

Plusieurs types de mesures d'adaptation peuvent être mises en œuvre. Elles peuvent être classées par catégories :



Technologie: réduire le risque climatique par des actions techniques et/ou technologiques.



Sensibilisation, formation : ceci se réfère aux niveaux généraux d'éducation et de prise de conscience des questions telles que le changement climatique et ses effets, et à la diffusion d'informations sur le climat, les conditions météorologiques et les impacts sur les secteurs d'activité afin d'amorcer des modification des pratiques.



Protection : relève de la nécessité de poursuivre les actions de protection des écosystèmes naturels et/ou des actions d'atténuation des effets des changements climatiques.



Recherche et connaissance : relève de la nécessité d'explorer davantage les effets sur les écosystèmes naturels et humains des évolutions climatiques.



Gouvernance: ceci concerne les nombreux aspect liés à la gouvernance, la prise de décision et l'aménagement pour garantir une gestion durable des ressources naturelles, financières et humaines.



Réglementation: Intégrer le changement climatique dans les législations, les institutions et les politiques à l'oeuvre : il s'agit ici d'adapter les institutions et les politiques à l'oeuvre en y intégrant directement les questions liées au climat et à ses effets.



Economie : Jouer de leviers économiques pour soutenir le secteur touristique face aux aléas climatiques.

En cherchant une diversité de solutions parmi ces six différents types, on assurera une meilleure efficacité de la politique d'adaptation, en multipliant les leviers pour l'adaptation. Par ailleurs, plusieurs catégories de mesures d'adaptation peuvent s'alimenter les unes des autres.

L'ensemble des actions d'adaptation présentées ci-dessous constitue des propositions d'ordre général qui mériteraient d'être davantage étudiées et ajustées aux problématiques du Parc national de Port-Cros.

Impacts	Exemple d'actions d'adaptation	Туре	Coût/ Bénéfice
Dégradation des paysages (par des espèces proliférantes, des	Sensibiliser les plongeurs aux effets des changements climatiques sur les écosystèmes marins.		++
mortalités massives)	Mobiliser les plongeurs dans des programmes de sciences participatives.	10	+++
	Mobiliser les plongeurs dans les campagnes d'éradication des Caulerpa taxifolia.		+++
Evolution de l'activité	Profiter des ailes de saisons pour étaler la période d'activité économique		++

8 La vulnérabilité de la pêche artisanale aux changements climatiques

8.1 Présentation de l'activité de pêche artisanale dans le territoire d'étude

8.1.1 Description de l'activité

8.1.1.1 La pêche aux petits métiers, emblématique du territoire d'étude

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, compte tenu de l'étroitesse du plateau continental, la pêche industrielle est quasi-absente. Ainsi, la pêche caractéristique de cette région est la pêche "aux petits métiers", c'est à dire un ensemble de métiers de pêche artisanale, très diversifiés et pratiqués à toute petite échelle le long de la côte.

La pêche artisanale

La pêche artisanale est aussi appelée pêche "aux petits métiers" ou pêche traditionnelle. L'Union Européenne définit la pêche artisanale d'après le type de bateau : des navires de moins de 12 mètres hors tout et sans art trainant.

On distingue en Méditerranée deux catégories de métiers : les petits métiers (90 % de la flotte de pêche régionale) et les métiers du large (chalutiers, lamparos et thoniers). La pêche professionnelle présente sur le territoire du Parc national de Port-Cros a un caractère très majoritairement artisanal car la plupart des pêcheurs sont pêcheurs aux petits métiers. Toutefois le volume total de ressources pêchées issu de la pêche aux petits métiers est bien moindre que celui issu de la pêche industrielle. Les arts trainants (ganguis, chalut industriel) sont des techniques très efficaces pour pêcher de gros volumes mais leur caractère non sélectif et éventuellement dégradant pour les fonds ne sont pas garant d'une pêche durable.

8.1.1.2 La flottille de pêche du territoire d'étude

Le Parc se trouve dans le quartier maritime de Toulon pour lequel le navire moyen est caractérisé par une longueur de 7,6 m et une puissance de 61 kW en 2016⁶¹ (cf. Tableau 17 et Tableau 18) La flottille de pêche autorisée à pêcher dans les eaux du Parc national de Port-Cros est composée de navires de moins de 12 m de faible puissance, généralement avec une coque en bois.

Dans l'aire optimale d'adhésion du Parc, environ 80 pêcheurs sont actifs, répartis sur une soixantaine de navires. Entre 1990 et 2012, le nombre de pêcheurs fréquentant les eaux du coeur de Parc a fluctué de 8 à 18 (cf. Tableau 20). Le nombre de pêcheurs fréquentant de manière régulière l'île de Port-Cros est faible (trois en 2014) tandis qu'une vingtaine de pêcheurs pêchent

⁶¹ La description précise des caractéristiques des navires de pêche du quartier maritime de Toulon est disponible dans le document suivant : SIH Ifremer. (2016). Activité des navires de pêche - Toulon.

régulièrement autour de l'île de Porquerolles. Les pêcheurs insulaires en activité ne représentent qu'une très faible population avec un seul résidant à Port-Cros, un au Levant et trois à Porquerolles.

Tableau 17 : Caractéristiques techniques du navire moyen (d'après SIH Ifremer, 2017 pour la façade française Méditerranéenne et le quartier maritime de Toulon ; d'après Bonhomme et al., 2012 pour les eaux du Parc national de Port-Cros)

	Longueur (m)	Puissance (kW)	Jauge (U.M.S.)	Age (ans)	Effectif à bord (hommes)
Façade méditerranéenne française (2016)	8,5	97	11	33	1,6
Quartier maritime de Toulon (2016)	7,6	61	3	42	1,3
Eaux du Parc national de Port- Cros (2012)	8,6	93			

Tableau 18 : Caractéristiques techniques cumulées en 2016 (d'après SIH Ifremer, 2017)

	Nombre	Puissance	Jauge totale	Nombre de marins
	de navires	totale (kW)	(U.M.S.)	(hommes)
Façade française	1458 dont 1258	141 390	15 852	2 024
Méditerranéenne	actifs à la pêche			
Quartier maritime de	205 dont 171 actifs à	12 598	681	218
Toulon	la pêche			

Tableau 19 : Répartition des patrons de pêche selon le temps moyen d'embarquement et le type de statut (d'après CRPMEM PACA, 2015)

	Nombre de pêcheurs actif (moyenne)	Nombre de pêcheurs retraités actif (moyenne)	
Département du Var	9,88	5,27	
Région de Provence-Alpes-Côte d'Azur	10,36	7,35	

Tableau 20 : Evolution de la population minimale de pêcheurs professionnels fréquentant les eaux du Parc national de Port-Cros entre 1990 et 1997 (d'après Francour et al., 1999) de 2000 à 2010 (d'après Cadiou et al., 2005 ; Bonhomme et al., 2008, 2009, 2010, 2012)

Année	1990	1992	1996	1997	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Période	juin à sept.	avril à déc.	n. d.	n. d.	fév. à nov.	dec 2000 à nov 2001	fev. à nov.	mars à déc.	déc. 2003 à nov. 2004	janv. à nov.	janv. à nov.	janv. à nov.	janv. à nov.	janv. à oct.	fév. à sept.
Nombre de pêcheurs	15	18	9	9	13	9	10	9	10	13	14	16	17	13	11

8.1.1.3 Les techniques de pêches et les espèces pêchées

Parmi les petits métiers on distingue deux grands types :

- les fileyeurs
- et les palangriers.

Un pêcheur est rarement à la fois fileyeur et palangrier car ces deux types de métiers conditionnent les engins, la taille et l'organisation du bateau.

Deux autres types de pêche sont aussi représentés sur le territoire mais par très peu de pêcheurs :

- la pêche en scaphandre autonome qui s'applique surtout au corail rouge, et est soumise à des réglementations très spécifiques ;
- la pêche au gangui : petit chalut traditionnel (art trainant).

Dans cette étude nous nous sommes particulièrement intéressé aux pêcheurs fileyeurs (hors gangui) et aux pêcheurs palangriers qui sont les plus représentés.

Dans l'aire maritime adjacente au Parc national de Port-Cros, la pêche artisanale est emblématique et fait partie de l'identité du Parc. La plupart des sorties des pêcheurs-artisans se limitent à la demijournée. Les pêches sont conservées au frais à bord et généralement mis en vente directement auprès des particuliers à l'arrivée du navire à quai, ou dans des poissonneries ou des restaurants à proximité du port de débarquement. Par ailleurs, dans cette région la diversité des environnements côtiers et des espèces présentes a encouragé les pêcheurs de la région à développer diverses techniques de pêche, qui en font l'une des plus diversifiée en terme de métiers de pêche.

Les espèces visées par ces pêcheurs fileyeurs ou palangriers se trouvent entre la surface et environ 200 mètres de fond. La plupart des espèces pêchées aux petits métiers dans le territoire d'étude sont présentées dans le Tableau 21.

Tableau 21 : Liste non exhaustive des espèces pêchées (source : dires de pêcheurs)

Nom commun (Nom scientifique)	Sites de pêche	Engins de pêche	Ordre de grandeur de prix
Langouste (Palinuridae)	Roche, coralligène	Filet	70 €
Homard (Homarus gamarus)	Roche, coralligène	Filet	70 €
Thon rouge (Thunnus thynnus)	Pélagique	Palangre (licence supp. AOT)	30 € (tranché)
Rouget (Mullus spp)	Sable, vaseux	Filet fixe ou gangui	28 € (tranché)
Dorade royale (Sparus aurata)	Sable, herbiers + en migration (automne)	Palangre, un peu filet	25€
Loup (Dicentrarchux labrax)	Sable, herbiers (0-30 m)	Palangre, très peu au filet	25 €
Mérou (Epinephelus spp.)	Roches (20-50m)	Filet fixe (toléré)	25 €
Denti (Dentex dentex)	Roche (50-100m)	Palangre, canne, un peu au filet	25 €
Corb (Sciaena umbra)	Roche, herbiers (5-30 m)	Filet fixe	25 €
Beaux yeux (Pagellus bogaraveo)	200-300m	Palangre verticale	25 €
Chapon (Scorpanea scofra)	Roche (30-100m)	Filet fixe, un peu au gangui (hiver)	25 €
Pagre (Sparus pagrus)	Roche (50-100m)	Palangre, canne, un peu au filet	25 €
Sar (Diplodus sargus)	Roche, herbiers (0-30m)	Filet et palangre	25 €
Saint Pierre (Zeus faber)	Roche (30-100m ou plus)	Filet	25 €
Dorade grise (S. cantharus)	Roche	Filet, un peu à la palangre	25 €
Baudroie (Lophius spp.)	Sable, et roche en période de frai (>100m)	Filet (un peu gangui)	25 € (coupée) 12 € (entière)
Sériole (<i>Lichia Amia</i>)	Pélagique, un peu roche	Canne	25 € (coupée) 12 € (entière)
Calmar (Loliginidae)	(0-2 m)	Canne, un peu au gangui ou filet fixe	20 €
Mostelle (Phycis phycis)	Roche	Filet, palangre parfois	19 €
Raie bouclée	Vase (30-100m), proche roche	Filet	18 €
Barracuda (Sphyraena spp.)	Proche surface près des caps	Filet de poste	20 € (coupé) 15 € (entier)
Araignée de mer (Maja squinado)	Roche (5 m) en période de frai	Filet	15€
Merlan (Merluccius merluccius)	Tout (> 80 m)	Filet	15 €
Seiche (Sepia officinalis)	Rade, herbiers (0-30 m) selon saison	Filet	12 €
Congre (Conger conger)	Roche	Palangre ou casiers (parfois au filet)	10 €
Murène (Muraena helena)	Roche	Palangre ou casiers (parfois au filet)	10 €
Mulet	(0-30 m)	Filet	8€
Oursins (Paracentrotus lividus)	Roche, herbier (2-15 m)	En apnée uniquement	8 € (les 12)
Sabre (Trichiurus lepturus)			6€
Soupe : petites rascasses, petits labridés (serrans,)	Herbier surtout et roche sinon	Filet (et beaucoup au gangui)	
Bouillabaisse : grosse rascasse, gros labre, petit st pierre	Herbier surtout et roche sinon	Filet (et beaucoup au gangui)	

8.1.1.4 Organisation locale de la filière

A l'échelle locale, deux types d'organismes contribuent à organiser la filière de pêche professionnelle : les comités des pêche maritimes et élevages marins ainsi que les prud'homies de pêcheurs actifs. Les organismes référents du territoire d'étude sont le Comité Départemental de Pêche du Var (CDPMEM Var), le Comité Régional de Pêche de Provence-Alpes-Côte d'Azur (CRPMEM PACA) et les prud'homies de Toulon, du Lavandou et de Saint-Tropez (16) .

La prud'homie de Toulon est une prud'homie mère composée de cinq sous sections : Hyères-Porquerolles, Les Salins d'Hyères, Carqueiranne, Giens, Toulon. Chaque sous-section élit un Prud'homme de section. Les eaux de la prud'homie de TOULON couvrent une étendue d'eau qui part du milieu de la grande jetée de Toulon et qui se termine à la pointe du Cap Bénat. La prud'homie mère de Toulon compte 84 pêcheurs.

La prud'homie du Lavandou s'étend de la limite de la commune de Bormes-les-Mimosas exclue (Cap Blanc) à celle de la commune du Lavandou incluse (plage de Pramousquier). Port-Cros (sauf l'ilot de Bagaud, qui appartient aux Salins) et l'Ile du Levant sont englobées dans les eaux de la prud'homie. La prud'homie du Lavandou compte 20 patrons pêcheurs actifs pratiquant différents métiers (filets, palangres, nasses, etc.), ce qui permet aux pêcheurs de ramener des prises très variées. Il est notable que les pêcheurs du Lavandou ont toujours travaillé en concertation avec le PNPC et que leur bonne gestion de la ressource a inspiré le Parc lors de la création, en 1999, de la charte de partenariat de la pêche professionnelle dans les eaux du Parc.

La prud'homie de Saint-Tropez s'étend de La limite de la commune de Cavalaire (plage e Pramousquier) à celle de la commune de Sainte-Maxime incluse (rive droite de la Garonette). La prud'homie de Saint-Tropez rassemblait au total 27 patrons pêcheurs en 2012 répartis sur 5 ports de pêche (Cavalaire-sur-Mer, les Marines de Cogolin, Sainte-Maxime, San Peïre-Les Issambres et Saint-Tropez).

Prud'homie:

Les prud'homies de pêche de Méditerranée sont la plus petite organisation de représentation et de gestion locale de la pêche sur le territoire. Le rôle principal des prud'homies réside dans l'administration locale de la pêche. L'article 17 du décret de 1859 dispose que les prud'homies possèdent des compétences réglementaires, exécutives et judiciaires tendant à "prévenir, autant que possible, les rixes, dommages ou accidents" susceptibles de "[survenir] à l'occasion de faits de pêche".

Prud'homme:

Les prud'homies sont administrées et représentées par des prud'hommes patrons pêcheurs, élus par la communauté des pêcheurs. Mais au-delà de leurs compétences légales, les prud'hommes sont avant tout des pêcheurs expérimentés. Dans le ressort de leur prud'homie, ils connaissent parfaitement les fonds marins, les espèces présentes, les périodes de frai, les métiers pratiqués et les pêcheurs.

Comité des Pêches Maritimes et des Elevages Marins

Organismes interprofessionnels de droit privé dont sont adhérents tous les professionnels qui pêchent, élèvent et récoltent (hors conchyliculture) sur l'espace maritime. Ils rassemblent et représentent les intérêts de l'ensemble des pêcheurs et éleveurs marins de la région, quel que soit le type de pêche (de la pêche à pied à la senne thonière) ou d'élevage (pisciculture ou algoculture). Les missions légales des comités de pêche sont définies par l'article L. 912-1 du Code Rural et de la pêche maritime. Elles consistent notamment à diriger des études, proposer des solutions visant au développement et à la gestion durable des activités de pêche maritime et d'élevage marin, représenter les intérêts des professionnels de la pêche et leur offrir un cadre de discussion de décision concernant la gestion de leurs pêcheries.

8.1.1.5 Gouvernance et concertation

Depuis les années 1980, plusieurs exemples de collaboration du Parc avec les pêcheurs témoignent d'un rapprochement entre le Parc et les pêcheurs artisanaux et des efforts de concertation pour la gestion des ressources (Robert, 2013). En 1999, le Parc sollicita les pêcheurs artisanaux pour mettre en place une "Charte de la pêche" cohérente avec les règlements prud'homaux déjà en place. La Charte de la pêche fut enrichie au cours des années suivantes avec des accords sur la taille des mailles, la taille des bateaux, les horaires. De plus les pêcheurs, en signant cette charte, les pêcheurs s'engagent à remplir un carnet de pêche consignant la nature et l'importance de leurs prises dans les eaux du Parc. Seuls les pêcheurs signataires de la Charte de la pêche sont autorisé à pêcher dans les eaux du Parc (Cadiou *et al.* 2009). La Charte évolue selon l'état des stocks de ressources observé et a pour objectif de garantir la durabilité de l'activité de pêche artisanale dans le secteur (Bonhomme *et al.* 2008).

En 2014, le PNPC a proposé en place une charte généralisée à l'ensemble des activités pratiquées sur son territoire pour favoriser la préservation des écosystèmes. Le processus d'élaboration de cette charte a pris trois ans, et a comporté de nombreux ateliers invitant les acteurs du territoire à se concerter et se prononcer. Cette charte proposait huit mesures réglementaires, dont trois qui concernent directement la pêche professionnelle :

- mettre en place une zone "ressource" à Porquerolles ;
- encadrer la pêche professionnelle à Port-Cros et assurer des suivis des captures via des déclarations de pêche ;
- encadrer la pêche professionnelle à Porquerolles notamment par la modification du règlement prud'homal de la prud'homie de Toulon concernant la taille des navires et les engins et techniques de pêche utilisés.

Ces mesures sont en cours d'application.

8.1.3 Problématiques et enjeux du secteur de pêche

L'ensemble de ces enjeux constitue des facteurs qui peuvent rendre davantage vulnérables les pêcheurs aux impacts potentiels des changements climatiques. Les changements climatiques peuvent ainsi venir aggraver et/ou amplifier les enjeux actuels auxquels doit faire face l'activité de pêche. C'est à partir de ce constat et de l'analyse des relations entre l'ensemble de ces facteurs que nous avons construit notre étude d'analyse de vulnérabilité aux changements climatiques afin de mieux connaître et comprendre le rôle des facteurs climatiques parmi ces enjeux.

8.1.3.1 Une pression anthropique accrue sur la ressource halieutique

→ Le développement accru de toutes les autres activités balnéaires et maritimes et notamment de la pêche plaisance embarquée constitue, pour l'ensemble des pêcheurs professionnels enquêtés, la menace la plus importante pour la pérennité de leur activité de pêche artisanale.

Pêche de loisir	Constat	 Pratique en hausse de la pêche de loisir, Equipement accru et plus performant des pêcheurs de loisir grâce aux technologies innovantes en matière de pêche, Pratique encore insuffisamment encadrée par la réglementation et des dispositifs de surveillance notamment dans l'aire marine adjacente.
	Réglementation / Actions	Réglementation spécifique de la pêche de loisir : zones de pêche réglementées et quota annuel d'autorisation de pêcheurs de loisirs à
		Porquerolles ⁶² . Dialogue instauré au sein du CESC du Parc national de Port-Cros.
	Impacts sur la pêche artisanale	 Risque de surexploitation de certains stocks : les pêcheurs de loisir sont davantage performants pour cibler des ressources spécifiques comme les dentis et les pagres. Dans certains cas, les prélèvements sur la ressource peuvent être similaires aux prélèvements effectués par la pêche professionnelle, voire supérieurs. La principale pression exercée par les pêcheurs amateurs est donc la capture des espèces ciblées, qui, en conjugaison avec les interactions d'autres activités (notamment la pêche professionnelle), peut conduire à la surexploitation de certains stocks. « la pêche pratiquée comme ça, en ciblant des espèces, ce n'est pas maîtrisé du tout. [] nous on a peur de les voir venir sur nos espèces [] ils vont massacrer la ressource. » De par le nombre élevé de pratiquants qu'il peut y avoir sur un site à un moment donné ou à l'année, les pratiques de la pêche de loisir peuvent également exercer des pressions sur les espèces non cibles et les habitats. 63 Conflits d'usage sur l'espace maritime : présence de plaisanciers/pêcheurs sur certains secteurs de pêche, obligeant parfois les pêcheurs à délaisser des secteurs.

⁶² Cf. Réglementation de la pêche de loisir sur Porquerolles visible sur le site de la DIRM : http://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/peche-de-loisir-iles-de-porquerolles-sarranier-a2644.html

⁶³ Verbeke, G. (2013). La gestion de la pêche de loisir dans les aires marines protégées françaises : recueil d'expériences des gestionnaires, 112.

Plaisance Constat	Hausse des plaisanciers sur l'espace maritime
Réglementation /	/
Impacts sur la pêche artisanale	 Conflits d'usage sur l'espace maritime : le nombre élevé de bateaux de plaisance sur certains secteurs de pêche entrave l'activité de pêche côtière⁶⁴, oblige certains pêcheurs à changer de site⁶⁵ et confère un poids de moins en moins important, d'un point de vue symbolique, à l'activité de pêche artisanale professionnelle⁶⁶. Gêne sur la ressource : certains pêcheurs observent une baisse de la ressource sur des zones sur-fréquentées par les bateaux de plaisance⁶⁷. Risque de dégradation des filets : « On doit faire des efforts pour signaler nos filets (lumières, bouées) et malgré ça, on se fait détruire nos filets par les bateaux de plaisance. »

→ Des cas de braconnage et de revente illégale

La réglementation de la pêche de loisir est très complexe et difficile à mettre en œuvre.

Pour la plupart des pratiques, c'est souvent le manque d'information (sur les tailles ou poids minimaux de captures) qui provoque des prélèvements excessifs ou illégaux. La notion de « consommation familiale » étant considérée comme floue, il est parfois observé des pratiquants ramenant des quantités pêchées extrêmement importantes. Cependant, selon les pêcheurs enquêtés, des cas délibérés de braconnage seraient pratiqués tant par les pêcheurs de loisir que par des pêcheurs professionnels tentés par la possibilité d'accumuler de grandes quantités de poissons et d'utiliser leurs filières de vente⁶⁸. Les contrôles sont considérés comme insuffisants par la communauté des pêcheurs.

« Il y a une surveillance dans les eaux du Parc mais est-ce que les contrôles sont bons... quand on est là nous à 4h du mat, on voit bien les pêcheurs qui partent à 7h... les agents du Parc ne peuvent pas les voir... »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs aux petits métiers

8.1.3.2 Difficultés liées à la pratique du métier de pêcheur-artisan

L'activité de pêche artisanale souffre de fortes contraintes administratives et d'un problème interne au sein des prud'homies de pêche concernant la transmission des savoirs artisanaux entre les pêcheurs.

⁶⁴ « Ça nous est arrivé de changer de site à cause des plaisanciers. Il faut y aller régulièrement pour que les plaisanciers prennent l'habitude de nous y voir et nous laisse un peu la place. Mais c'est de plus en plus difficile. » / « A cause de la fréquentation des plaisanciers, les pêcheurs doivent aller pêcher plus au large et plus profond pour s'éloigner des zones fréquentées». Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

fréquentées». Extrait d'un verbatim avec un pêcheur ⁶⁵ « Ces derniers années, je ne vais plus à Porquerolles car il y a trop de plaisanciers ». Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

pêcheur ⁶⁶ « C'est de plus en plus difficile de se défendre, on est de moins en moins nombreux et moins entendu, et en face ils sont de plus en plus. » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

⁶⁷ « Du jour au lendemain, la fréquentation a quintuplé sur la plage de Notre-Dame (élue plus belle plage d'Europe), les poissons ne viennent plus à cette période. [...] Maintenant trop de bateaux, il n'y a plus de poissons, ça les fait fuir ». Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

⁶⁸ Article de presse Nice Matin https://www.nicematin.com/environnement/braconnage-lappel-a-la-raison-des-pecheurs-hyerois-4342

Réglementation	Constat	Durcissement de la réglementation liée à l'activité de pêche professionnelle et des normes de sécurité.
	Enjeu	Ces contraintes administratives impliquent une charge financière lourde ⁶⁹ , rendent le métier difficile à accomplir et donc peu attractif.
Transmission des savoirs au sein des prud'homies	Constat	La transmission des savoirs au sein des prud'homies semble de plus en plus compliquée à s'établir en raison de la bureaucratisation de l'activité professionnelle (par la mise en place de diplômes) et de la difficulté des pêcheurs de pouvoir employer du personnel ⁷⁰ .
	Enjeu	Perpétuer les pratiques et traditions de la pêche artisanale, respectueuses de l'environnement et porteuses d'une vision globale sur la ressource est un enjeu majeur tant pour la sauvegarde de la pêche traditionnelle que pour le maintien d'une ressource durable ⁷¹ .

8.1.3.3 L'évolution du profil de la clientèle

Constat	La clientèle des pêcheurs est de plus en plus aisée. Les attentes des consommateurs
	moins portées sur les poissons locaux
Enjeu	Le manque de demande pour les poissons locaux se fait ainsi de plus en plus ressentir sur
	les pratiques de pêche artisanale et l'usage de certains métiers de pêche. ⁷² Les poissons
	locaux les plus communs comme la saupe sont plus difficiles à vendre alors qu'ils
	constituent la ressource principale du pêcheur artisanal ⁷³ .
	Toutefois, les poissons nobles comme la daurade, le chapon ou des crustacés comme la
	langouste constituent des filières de vente intéressantes auprès de cette clientèle.

8.1.3.4 Les conditions météorologiques : « c'est le temps qui dicte la pêche »

Constat	Les pêcheurs observent des conditions météorologiques changeantes et plus aléatoires.
Enjeu	Les pêcheurs ont parfois le sentiment de perdre leurs repères par rapport à l'expérience
	des anciens car « tout a changé ». ⁷⁴

⁻

⁶⁹ « *L 'Etat nous assassine, ils ne sont pas contre la pêche artisanale mais…* » Verbatim extrait d'avec un pêcheur

⁷⁰ « Il n'y a plus de transmission des savoirs, on a la perte d'une vision globale de la ressource. [...] Aujourd'hui, les jeunes, ils ne pratiquent pas avec les anciens, on ne peut pas embaucher et l'administration a mis des diplômes [...] qui ne sont pas adaptés » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

pas adaptés » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

71 « La nouvelle génération veut de plus en plus pêcher comme elle a envie, parfois avec des mauvaises pratiques ». Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

72 « La pêche au Niel va disparaître. Il devient impossible de travailler du fait de la sur-fréquentation nautique et du

[&]quot;
« La pêche au Niel va disparaître. Il devient impossible de travailler du fait de la sur-fréquentation nautique et du manque de demande pour les poissons locaux.» http://archives.varmatin.com/article/hyeres/hyeres-le-port-du-niel-un-petit-paradis-menace-detouffement.22274.html

⁷³ « Pour l'instant, ce qui nous pousse à changer de matériel, c'est plutôt l'évolution de ce que mange les gens. Le client moyen achète nettement moins de saupe » « Avant quand j'étais jeune, on avait des filets spéciaux pour les saupes, maintenant pour en vendre, il faut d'abord expliquer aux gens comment les préparer. » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

⁷⁴ « Avant on avait une expérience qui faisait qu'on savait comment travailler à chaque saison (période de frai des poissons à certaines périodes, ou toute l'année etc.). C'est devenu très très compliqué. » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

8.2 Evaluation de la vulnérabilité de la pêche artisanale

8.2.1 L'exposition aux changements climatiques de la pêche artisanale

En milieu marin, les données précises sur les paramètres climatiques ne sont pas disponibles depuis suffisamment longtemps pour faire des projections climatiques. Il faudrait des séries temporelles de données sur plus de deux décennies pour cela.

« En mer Méditerranée, où il est important de surveiller les bassins oriental et occidental pour mieux comprendre les interactions, des sites sont équipés pour effectuer des mesures locales (température de la mer, évolution du pH). Des observations sont réalisées à Marseille et Villefranche-sur-Mer, deux sites appartenant à des réseaux d'observation nationaux. Sur les 50 dernières années, elles ont permis de détecter sans équivoque une augmentation de la température des eaux superficielles, ainsi qu'un changement de saisonnalité, avec des étés plus précoces et souvent plus longs. Plus récemment, elles semblent suggérer une diminution du pH des eaux de surface. Au niveau biologique, elles sont beaucoup plus variables et donc plus difficiles à interpréter. Elles révèlent des changements dans la composition des communautés de plancton (dérivant au gré des courants marins), mais il ne se dégage pas de tendance nette à l'augmentation ou à la diminution du nombre des organismes. »

Les pêcheurs interviewés observent de nombreuses variations annuelles, mais n'identifient pas clairement de tendance d'après leurs expériences respectives, même pour les plus anciens qui pratiquent leur activité dans le territoire depuis une trentaine d'années.

« J'observe plutôt des variations annuelles qui doivent correspondre à des cycles. C'est fluctuant d'une année sur l'autre. Par exemple c'est vrai que cette année l'eau était très chaude et il y a eu beaucoup de pluie. Mais je ne peux pas dire quelle est la part du changement climatique là-dedans. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

Les pêcheurs interviewés sont unanimes dans leur témoignages : ils observent globalement plutôt une diminution des ressources dans leur territoire de pêche. Les augmentations ponctuelles de pêches de telle ou telle espèce une année ne suffisent pas à compenser la diminution globale des ressources. Pour trouver la ressource, il leur faut souvent pêcher plus loin des côtes, plus profonds et surtout sans cesse adapter leur stratégie de pêche aux évolutions de la ressource (décalage des saisons de frai ou de reproduction, déplacement des populations, modifications des conditions météorologiques qui portent atteinte à la sécurité des biens ou des personnes.

⁷⁵ GREC-PACA, Cahier Mer et Littoral, 2017

« J'ai 37 ans, 12 ans seulement de pêche professionnelle. Mon premier bateau date de 10 ans et, sur ces dix années, je suis capable aujourd'hui de quantifier la baisse de la pêche. Y a aucune espèce qui n'est stable sachant que j'ai maintenant plus de matériel, un plus gros bateau et plus de connaissances. Je pêche moins, espèce par espèce. Ma première barque faisait 4m20, je mettais 8 pièces de filets dans l'eau, un peu de hasard. Y avait des dominantes saisonnières mais aujourd'hui, avec 3 fois plus de matériel et de métier, je pêche moins. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

8.2.1.1 Les régimes des vents et événements de tempêtes

Tendances climatiques mesurées	Impacts observés	Projections climatiques	Impacts potentiels	IC
Les données existantes ne permettent pas de mettre en évidence une évolution significative dans la fréquence des vents mesurée. Mais des changements constatés par les pêcheurs et les plongeurs : changement des régimes de vents dominants, des vents de plus en plus tournants	 Dégâts matériels (filets abimés, navire endommagé ou perdu). Dégâts humains Perte de repère du pêcheur. Evolution du niveau de protection aux vents des ports et des sites fréquentés pour la pêche. Difficulté à pratiquer la pêche ou impossibilité de sortir pêcher 	Pas de prévisions fiable	Pas de prévisions fiable	Faible

- « Ces dernières années il y a eu un décalage, peut être qu'il fait plus mauvais au printemps ces temps-ci. Mais est ce que c'est du changement climatique? »
- « Avant on avait une expérience qui faisait qu'on savait comment travailler à chaque saison. Maintenant c'est devenu très très compliqué. »
- « A cause des mauvaises conditions météo, j'ai failli couler (et mourir) car je n'arrivais pas à rentrer au port il y a deux ans, alors j'ai du changer de bateau : j'ai du investir dans un bateau plus gros, plus sécurisant et qui permette davantage de faire des sorties différentes.»
- « J'ai coulé deux fois en peu de temps. la 1ere fois que j'ai coulé j'ai pu récupéré le bateau, il y avait des réparations mécaniques et électriques et c était en novembre donc en fin de saison. L'assurance a pris en charge presque tout. La 2ème fois, j'ai du changer de bateau car il était tout cassé. L'assurance s'est montrée moins généreuse car ça faisait la 2eme fois en peu de temps. J'ai du emprunté sur 5 ans pour rembourser l'achat. Et j'ai coulé en mai donc j'ai perdu un mois et demi de travail, et encore on est allé vite. »

8.2.1.2 Les fortes pluies

Tendances climatiques mesurées	Impacts observés	Projections climatiques	Impacts potentiels	IC
Augmentation des épisodes de pluies intense, et baisse du cumul des précipitations	Le lessivage des sols et des modifications des apports d'eau douce provenant des rivières peuvent dégrader des frayères proches du rivage.	Hausse des épisodes de pluies intense.	Aggravation des dégradations des petits fonds marins qui par leur rôle de nurserie contribuent grandement au maintien des populations marines.	Faible

Les épisodes de fortes pluies dégradent les habitats côtiers en résultante de l'effet de lessivage des sols. Cet impact est aggravé par l'artificialisation de l'espace côtier et la pollution tellurique (notamment lorsque ces épisodes surviennent après de longues périodes sans précipitations.

« Je n'ai pas observé spécialement de changement. Mais on voit des décalages ces dernières années. Les 2-3 dernières années il n'a pas beaucoup plu à l'automne. Cette année, il a plu énormément à l'automne. Mais quand j'étais jeune il pleuvait souvent beaucoup en automne. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

8.2.1.3 La température de la mer, les canicules marines, la profondeur de la thermocline

Tendance climatique	Impacts observés	Tendances climatiques probables	Impacts potentiels	IC
Hausse de la température de la mer avec des épisodes extrêmes d'anomalie thermique positive. (+0,5°C à +0,8°C entre 1979 et 2003 à Port-Cros; Canicules en 1999, 2003, 2006)	Installation d'espèces thermophiles méridionales (barracuda, girelle paon, dorade coryphène) Mortalités massives de gorgones Décalage des cycles de reproduction des oursins Pannes de moteurs de bateau (surchauffe)	+5°C d'ici à 2100. Les canicules marines du type de celle de 2003 risquent de se répéter fréquemment après 2050.	Migrations d'espèces méridionales modifiant les relations proies-prédateurs et les habitats Menace des espèces sensibles aux variations de température (gorgones, coraux, oursins)	Fort

[«] Moi ce que je ressens le plus vraiment c'est la température : maintenant il fait chaud. »

[«] On atteint parfois 21°C à 50 m de profondeur) : les oursins sont sensibles à cette variation de température, et quand les eaux sont chaudes comme ça, il n'y a plus d'oursins. »

8.2.1.4 La salinité et les courants

La description de la courantologie en mer Méditerranée et autour des îles d'Hyères montre l'importance capitale que jouent la salinité, l'ensoleillement, la température de l'eau, les vents et leur intensité dans la circulation et donc indirectement dans l'apport nutritif essentiel aux écosystèmes. A l'heure actuelle, il n'y a pas d'effet observé de modification de la courantologie. Mais au vu de la complexité du sujet qui mêle de nombreuses thématiques et des difficultés d'acquisition de données, il est, pour l'instant, difficile d'avoir le recul scientifique nécessaire pour attester de modifications passées et à venir. Si l'on observe aujourd'hui des évolutions de la température, ce n'est pas le cas de la salinité : on ne peut pas encore déterminer l'impact global sur la courantologie. Mais parce que ces facteurs jouent un rôle déterminant dans la circulation de l'eau en Méditerranée, on ne peut imaginer une quelconque évolution sans conséquence.

Tendances climatiques observées et/ou mesurées	Impacts observés	Tendances climatiques probables H2100	Impacts potentiels	IC
Augmentation de la salinité : de 35g/kg en 1950 à 40g/kg en 2000	Incertitude	Augmentation de + 0,2 g/l à + 0,8 g/l	Incertitude	Moyen

Tendances climatiques observées et/ou mesurées	Impacts observés	Tendances climatiques probables H2030	Impacts potentiels H2030	IC
Evolution des courants	- Perte de repère du pêcheur - Dégâts matériels (filets abimés, navire endommagé ou perdu) - Décalage des sites de pêche - Déplacement des populations d'espèces ressources	Pas de prédiction disponible.	Pas de prédiction disponible	Faible

[«] Dans le secteur le courant habituel c'est un courant d'est (courant ligure), Mais depuis une dizaine d'années, les courants sont instables. Il y a de plus en plus de courants du sud et du nord Et quand ce sont des courants du sud ou du nord, ça ne marche pas la pêche, surtout à la palangre. On l'a constaté mais on n'a pas d'explication. »

8.2.1.5 L'élévation du niveau de la mer

Tendance climatique	Impacts observés	Tendances climatiques probables H2100	Impacts potentiels H2100	IC
Elévation du niveau de la mer de l'ordre 2,6 mm par an pendant les 3 dernières décennies (référence Marseille)	Mortalité des herbiers profonds	+0.3 m à +0.5 m d'ici à 2100 (dernier rapport du GIEC)	Augmentation du risque de submersion des ports provoquant des dégâts matériels (infrastructures, bateau)	Moyen

8.2.1.6 L'acidification de la mer

Tendance climatique	Impacts observés	Tendances climatiques probables H2100	Impacts potentiels H2030	IC
Diminution du pH de la mer. L'acidité de la Méditerranée a augmenté d'environ 30 % depuis le début de la révolution industrielle.	- Des nécroses et mortalité d'organismes marins calcaires (algues calcaires, coraux, gorgones, éponges, bryozoaires,.) sont déjà observées. Ces organismes sont très présents dans les habitats coralligènes, qui abritent de très nombreuses espèces et sont ciblés par les pêcheurs Des organismes planctoniques seraient aussi très affectés : à la base de la chaîne alimentaire, ces organismes jouent un rôle primordial pour le maintien des ressources Les impacts touchant les organismes marins se répercutent sur la disponibilité des ressources pour les pêcheurs.	L'acidité de la mer Méditerranée pourrait tripler d'ici 2100, en fonction de l'évolution des émissions de CO2 à venir.	Les organismes marins les plus affectés sont des organismes à calcification (coraux, gorgones, éponges, algues rouges calcaires) qui.	Fort

8.2.1.7 Impacts sur les écosystèmes marins se répercutant sur l'activité de pêche artisanale

Arrivée de "nouvelles" espèces de poissons

Sous l'effet du réchauffement des eaux et de la stratification (eau chaude persistante à la surface), le peuplement des poissons en Méditerranée est potentiellement menacé par le changement climatique à court, moyen et long terme. Les principales causes sont :

- une « méridionalisation » : remontée des espèces méditerranéennes du sud du bassin vers le nord (la girelle paon, par exemple) et déplacement du bassin oriental vers l'occidental (le barracuda). À l'opposé, des espèces d'affinité d'eau froide (le sprat, par exemple) pourraient disparaître ;
- un milieu plus favorable à l'épanouissement d'espèces d'origine tropicale, en provenance de l'océan Atlantique, de la mer Rouge ou encore de l'océan Indien. Ces espèces invasives peuvent pénétrer seules en Méditerranée par le détroit de Gibraltar, par exemple, ou profiter de l'aide de l'homme pour se déplacer (canal de Suez, transport par bateaux, aquaculture, aquariums). (GREC SUD : Francour et al., 2017).

Les pêcheurs interviewés dans le cadre de cette étude ont apporté leurs témoignages sur des espèces dont la présence dans le territoire du PNPC est souvent considérée comme nouvelle. Ces témoignages (cf. Tableau 22) illustrent le phénomène de méridionalisation. Ils peuvent remonter jusqu'à 40 ans dans le passé pour les pêcheurs les plus anciennement installés dans le secteur. Leurs expériences leur ont permis de voir arriver trois espèces sur le territoire. Leurs témoignages à ce sujet sont généralement concordants : il s'agit des barracudas⁷⁶ (*Sphyraena sp.*), des daurades coryphènes (*Coryphaena hippurus*) et des tassergal (*Pomatomus saltatrix*).

D'après les pêcheurs interviewés, les barracudas seraient présents depuis une trentaine d'années dans le secteur avec une tendance à l'augmentation forte depuis une quinzaine d'années. Cependant, les barracudas apprennent à éviter les engins de pêche et les pêcheurs doivent donc régulièrement tester de nouvelles techniques pour les capturer. Par ailleurs, les barracudas sont de gros prédateurs et les pêcheurs supposent que leur impact est plutôt négatif sur l'environnement. Certains ont déclaré qu'ils capturaient moins d'autres poissons après le passage de barracudas.

« On ne prend quasiment plus de barracudas car ils se sont habitués à notre technique de pêche en 4-5 ans. »

« La taille des barracudas augmente, je suis arrivé à 10kg. LC : moi aussi, du 10 kg j'en prends. Des 4-5 kg, on en prend plusieurs dans l'année. CC : Quand je dis que ça a baissé c'est parce que quand j'étais au Levant j'en prenais environ 400 kg dans l'année en 2004-2005, et maintenant je prends environ 30 kg dans l'année.»

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans au sujet des barracudas

Les pêcheurs les plus anciens affirment observer la daurade coryphène depuis leur début mais de façon très fluctuante, plus ou moins tous les 10 ans. D'après les pêcheurs, l'espèce a gagné en réputation au fil des ans. Cette espèce n'est pas particulièrement ciblée par les pêcheurs professionnels (contrairement aux pêcheurs récréatifs) mais quand elle est capturée, elle se vend très bien et à un bon prix.

Ī

⁷⁶ Sachant qu'il y a plusieurs espèces de barracudas dans le secteurs qui ne sont pas très bien différenciées, on parle "des" barracudas.

« Depuis 40 ans. Les premières que j'ai vues, j'étais gamin sur le port. Les anciens pêcheurs je les ai vu les jeter.»

« Il y a des passages de banc ici au mois d'octobre en particulier, oui septembre-octobre. Elles ne sont pas très très grosses, encore que j'ai trouvé qu'elles sont plus grosses qu'avant, elles arrivaient à 2 kg.»

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans au sujet des dorades coryphènes

Le tassergal est observé par les pêcheurs depuis trois à cinq ans et pêché de façon occasionnelle. Les avis des pêcheurs sur la tendance d'évolution de l'espèce sont contradictoires, n'ayant probablement pas encore assez de recul sur cette espèce. Bien que l'espèce se capture et se vende bien, les pêcheurs ne sont pas rassurés quant aux conséquences de l'arrivée de ce prédateur très carnassier qui, d'après eux, nuit fortement aux espèces de téléostéens plus petits.

- « Le tassergal est connu en Algérie. Quand je naviguais en 1983-1987 je faisais souvent escale dans le sud de la Tunisie et je pêchais à la ligne et on en prenait plein. Pas des gros. »
- « Valeur commerciale : comme le barracuda, c'est pas dans le haut de gamme mais c'est apprécié. Et puis ça ressemble à un loup donc pour ça ça se vend bien. »
- « C'est un gros carnassier, le tassergal continue à tuer pour tuer même quand il est à satiété. »
- « Cette année, le max que j'ai fait c'est une quinzaine de tassergals, entre 800g et 1,2 kg (donc une moyenne de 1kg par poisson). Alors que l'année précédente quand j'en faisais une quinzaine ce n'était pas beaucoup, j'arrivais à 70 individus. Alors c'était intéressant, j'étais content. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans au sujet des tassergals

Tableau 22 : Synthèse des témoignages des cinq pêcheurs interviewés au sujet de l'apparition de "nouvelles" espèces dans leurs secteurs de pêche

	Vue			Effet sur la	Effet sur
Espèces	depuis	Tendance	Abondance actuelle	pêche	l'environnement
	15 à 35				
Sphyraena sp.	ans	Fluctuant	Commun	Assez bon	Mauvais
Coryphaena					
hippurus (dorade	10 à 40		Occasionnelle		
coryphène)	ans	Fluctuant	(quelques fois /an)	Bon	Inconnu
Pomatomus	3 à 5	Fluctuant ou	Occasionnelle		
saltatrix (tassergal)	ans	augmentant	(quelques fois /an)	Assez bon	Mauvais

A plus long terme, la principale crainte réside dans l'arrivée et l'installation d'espèces de poissons herbivores (notamment les poissons lapins du genre *Siganus*) depuis la mer Rouge qui pourraient, comme vu précédemment, entraîner une régression importante des grandes formations végétales. Les mers tropicales se différencient également des mers tempérées comme la Méditerranée, par la présence de nombreuses espèces toxiques (vénéneuses ou venimeuses). Leur introduction pourrait avoir des conséquences socio-économiques importantes : intoxications des pêcheurs ou des consommateurs, plongeurs blessés... En Méditerranée orientale, le poisson-lion (*Pterois volitans* et *Pterois miles*), le poisson-pierre (*Synanceia verrucosa*) et le fugu (*Lagocephalus sceleratus*) sont déjà arrivés. (GREC-PACA, Francour et al 2017).

Evolution des peuplements d'oursins

Les pêcheurs interviewés ont observé une diminution ou une disparition des peuplements d'oursins suite à des périodes où la température en mer était particulièrement chaude ces trois dernières années.

« On a atteint parfois 21°C à 50 m de profondeur : les oursins sont sensibles à cette variation de température, et quand les eaux sont chaudes comme ça, il n'y a plus d'oursins. or il y a des pêcheurs qui comptent sur la pêche aux oursins comme complément d'activité l'hiver quand il n'y a rien d'autre à pêcher, et sans oursins les hivers vont être compliqués.»

« Depuis 3 ans je pêche les oursins en tant que professionnel. Je trouve que maintenant les eaux sont trop chaudes et les oursins ne sont pas remontés du fond. Normalement on les ramasse début novembre entre 1 et 2 m de fond. Là, ça fait 2 ans que les oursins ne sont pas remontés.»

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans au sujet des oursins

8.2.2 Les facteurs de sensibilité et de capacité d'adaptation de l'activité de pêche artisanale

8.2.2.1 Les facteurs de sensibilité au risque de dégâts matériels

Une exposition des ports de pêche aux vents dominants :

La modification du régime de vents, notamment en direction, pourrait perturber les accès aux ports. En effet, les chenaux d'accès sont généralement orientés en fonction des vents dominants pour éviter les vents latéraux et ainsi, faciliter les manœuvres des bateaux.

Une augmentation de l'intensité des vents pourrait entraîner des efforts plus importants sur les quais et donc des instabilités, voire des effondrements de quais dans les cas extrêmes⁷⁷.

Les fortes tempêtes pourraient ainsi perturber l'activité de pêche à quai (entretien des bateaux, nettoyage, démaillage des filets, etc.).

Exemple du Port du Niel, port de plaisance et de pêche, Presqu'île de Giens, Hyères

Le port du Niel, décrit sur le site de la métropole Toulon Provence Méditerranée comme « *Petit port blotti dans un creux de la « Botte de Giens », bien abrité des vents d'Ouest et Nord-ouest. A éviter l'hiver en période de « largades » »⁷⁸, est effectivement sensible car exposé aux coups de vent⁷⁹ provenant de l'est et du sud-ouest. Lors des entretiens menés auprès de la communauté des pêcheurs, l'un d'entre eux a vu son bateau couler deux fois au mouillage au Port du Niel ces dernières années⁸⁰ en raison de coup de vent.*

« Au port du Niel, quand il y a des coups de vent du sud, les bateaux ne sont pas très bien abrités. J'ai coulé deux fois en peu de temps. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

Le type de matériel utilisé par le pêcheur : la taille de son bateau, les engins de pêche utilisé

Les pêcheurs équipés d'un petit bateau (de type pointu) et pratiquant la pêche au filet de poste semblent plus impactés par les tempêtes, les vents et les courants et donc pourraient l'être davantage en cas d'évolutions de ces variables climatiques. Or, cela constitue les outils principaux et traditionnels de la pêche artisanale sur le territoire.

« J'ai un petit bateau, je suis soumis à la météo pour pouvoir sortir en sécurité et poser mes filets sans les abîmer. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

Une capacité d'investissement limitée :

Les pêcheurs sont vulnérables d'un point de vue économique car s'équiper de bateaux plus gros pour faire face aux aléas climatiques, modifier les pratiques de pêche (et engins) et/ou devoir aller plus loin pour pêcher (davantage de consommation en essence et en temps de travail) est coûteux et ne constitue pas nécessairement un ratio coût/bénéfice intéressant en raison de la diminution globale de la ressource halieutique.

Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, volet infrastructures et systèmes de transport, action 1 – CEREMA, Juillet 2015

⁷⁸ https://metropoletpm.fr/tourisme/article/port-niel

⁷⁹ http://archives.varmatin.com/article/hyeres/le-petit-port-du-niel-essuie-la-tempete.154906.html

8.2.2.2 Les facteurs de capacité d'adaptation au risque de dégâts matériels

L'existence de régimes d'assurance / L'entraide entre pêcheurs :

La Police Française d'Assurance sur Corps de navires de pêche artisanale date du 1er octobre 2001. Elle a pour objet, dans les conditions qu'elle détermine, de garantir des pertes, des recours de tiers et des dépenses résultant de fortunes de mer et d'accidents. Les dommages et pertes subis par le navire (corps, appareils moteur, armement spécial et matériel de pêche), sont couverts ainsi que les recours de tiers exercés contre le navire pour abordage ou heurt, la contribution du navire aux avaries communes, les indemnités d'assistance, des frais de procédure et de justice ainsi que les dépenses raisonnablement exposées en vue de préserver le navire d'un événement garanti ou d'en limiter les conséquences⁸¹.

L'existence de ces régimes d'assurance ainsi que l'entraide existante au sein des prud'homies de pêche contribuent à atténuer les conséquences du risque de dégâts matériels lié aux changements climatiques.

Une rénovation progressive des ports

Si certains pêcheurs enquêtés constatent aujourd'hui une diminution voire l'absence grâce aux innovations technologiques de dégâts matériels liés à l'exposition des ports aux vents, la rénovation des ports participe à la protection du plan d'eau et augmente la sécurité et la fonctionnalité des espaces pour les pêcheurs. La prise en compte des évolutions climatiques dans les travaux de rénovation peut constituer un des enjeux de demain dans un souci d'adaptation.

« non, dans les Alpes Maritimes oui mais nous on n'a pas de problème avec ça, un port bien construit, normalement il n'y a pas de problème »

⁸¹ https://www.ffa-assurance.fr/content/assurance-maritime-sur-corps-de-navires-de-peche

Sur le territoire du Parc national de Port-Cros, des actions ont été entreprises par la Chambre de Commerce et d'Industrie du Var comme la réfection du Port du Niel entre octobre 2017 et juin 2018 dans un souci de modernisation du port et de fourniture d'équipements de qualité, dans le cadre de la stratégie de développement des ports de plaisance (stratégie Plaisance de la CCI du Var : faire de ses ports de plaisance des « Villages Plaisance »), https://www.portsradetoulon.com/fr/inauguration-du-port-du-niel

8.2.2.3 Un facteur de sensibilité à la diminution des possibilités de sortie

« Je fais la petite pêche, je suis extrêmement liée à la météo. Ce n'est pas moi qui décide, c'est la météo. C'est les limites du bateau et les limites du filet de pêche. »

« Dès que y'a trop de vent, on ne peut plus travailler. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

Une forte dépendance du pêcheur à sa seule activité de pêche : une faible diversification possible de sources de revenu

Le métier de pêcheur dépend de la possibilité de sortir en mer qui dépend elle-même des conditions météorologiques. Les changements climatiques pourraient ainsi venir aggraver cette dépendance et générer des conséquences négatives sur le niveau de vie des pêcheurs.

Les activités de complément comme la pêche aux oursins en hiver sont également de plus en plus difficiles à exercer en raison de l'augmentation de la température de la mer. Le programme « pescatourisme » qui a pour but de promouvoir la pratique artisanale de pêche et le métier de pêcheur côtier peut également apporter des compléments de revenu mais le dispositif est très contraignant pour les pêcheurs en termes de sécurité et est jugé insuffisamment rentable par ceux qui l'ont pratiqué. Par ailleurs, les sorties « pescatourisme » sont elles-mêmes soumises aux conditions météorologiques et aux évolutions climatiques.

8.2.2.4 Les facteurs de sensibilité à l'évolution de la disponibilité des ressources

L'augmentation de la température de la mer avec l'occurrence d'épisodes d'anomalie thermique positive, l'acidification, la hausse de la salinité de la mer, la modification des courants,... l'ensemble de ces évolutions climatiques contribue dès aujourd'hui à modifier les peuplements d'espèces halieutiques et peut ainsi impacter la disponibilité des espèces-ressources commercialisés par les pêcheurs.

Ces évolutions se manifestent de trois manières :

- L'arrivée et/ou l'installation d'espèces méridionales : barracuda, tassergal,... ;
- L'évolution (diminution, hausse) des peuplements des espèces ressources locales;
- La modification de la répartition spatiale des espèces et un décalage des cycles saisonniers des espèces ressources locales.

Ces effets sur les écosystèmes marins génèrent deux impacts potentiels sur l'activité de pêche :

- une modification de la productivité traduite par une tendance à la baisse en l'absence d'adaptation des pratiques de pêche ;
- un décalage des saisons de pêche et un déplacement des sites de pêche.

Outre les facteurs climatiques mentionnés plus haut, certains facteurs, non-climatiques peuvent également venir aggraver la vulnérabilité des pêcheurs face à la modification du type et des peuplements d'espèces halieutiques en rendant plus sensible l'activité de pêche à cette évolution des écosystèmes.

Le type d'engins de pêche et les pratiques de pêche

Les pêcheurs utilisent des engins de pêche spécifiques selon les espèces ciblées ce qui permet un prélèvement durable de la ressource. Sur le territoire d'étude, les pêcheurs des prud'homies de Toulon, du Lavandou et de Saint-Tropez pêchent principalement au filet et à la palangre. La taille des mailles des filets diffère également selon les espèces ciblées (petits poissons côtiers, gros poissons). Cependant, comme l'illustre l'interview d'un pêcheur de la Prud'homie des Salins, s'équiper de plusieurs engins de pêche génère un certain coût financier qu'il est difficile de supporter, surtout s'il faut diversifier ses filets.

« Si tous les pêcheurs continuent à se suréquiper et envoyer de la longueur de filets, c'est pas compliqué, certains arriveront, d'autres non. Moi, aujourd'hui, j'ai fait le choix de ne plus investir. D'ailleurs, je n'en ai plus les moyens, je reste sur ma petite pêche polyvalente... [...] Y a aucune espèce qui n'est stable sachant que j'ai maintenant plus de matériel, un plus gros bateau et plus de connaissances. Je pêche moins, espèce par espèce. [...] On se rend compte que, des poissons, y en a de moins en moins et que le filet est de moins en moins rentable. On passe du temps à relever ce matériel, ce qui est coûteux en énergie (en essence, en temps et en énergie physique) et on s'aperçoit que l'on a mis beaucoup de matériel dans l'eau pour pas beaucoup de poissons »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

Les pêcheurs ont également l'habitude de se rendre dans certains secteurs de pêche qui se situent généralement proche de la côte. Cela leur permet d'économiser du temps de travail et de l'essence. Cependant, l'évolution des peuplements de poissons les oblige de plus en plus à modifier leurs pratiques, à se rendre plus au large et à devoir délaisser parfois certains sites côtiers.

Les attentes des consommateurs

La clientèle est attirée par les espèces nobles parfois décrites comme « produit de luxe » par les pêcheurs. D'après les pêcheurs interviewés, ces espèces qui se vendent le mieux sont les rougets, chapons, dorades, loups et langoustes (les prix de vente sont présentés en Annexe 17). Si cette clientèle aisée constitue un débouché intéressant, il est en revanche de plus en plus difficile d'écouler les stocks de poissons « communs » qui étaient pourtant anciennement appréciés par la population locale (maquereau, saupe, severeau, soupe...). Pour certains pêcheurs, il est très compliqué de faire changer les préférences des acheteurs en raison d'une méconnaissance des espèces sur le marché et d'une recherche de confort/facilité pour la cuisine. Or, dans un contexte d'évolution du type et des peuplements d'espèces, les enjeux liés à l'adaptation des attentes des consommateurs sont forts.

« La saupe c'est délicieux, mais les gens ne savent pas, ou ils ont la flemme de cuisiner, ou il ne connaissent pas. » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur»

« Le rouget est un poisson qu'on vend bien, il nous fait gagner votre vie. Actuellement dans la rade d'Hyères, il n'y a pas d'autres poissons pour le remplacer. »

Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans

Des conflits d'usage sur les espaces maritimes et les ressources

La hausse du nombre de plaisanciers et de la pratique de pêche de loisir aggravent la pression exercée sur les espèces ressources locales et sur les espaces maritimes. Selon des pêcheurs interviewés, la fréquentation en hausse des plaisanciers sur les côtes pourrait faire fuir certaines espèces côtières. Les pêcheurs sont inquiets des impacts sur la ressource et du risque que les pêcheurs de loisir pourraient s'intéresser par la suite aux espèces qu'ils ciblent. Ces conflits d'usage pourraient donc venir aggraver l'impact potentiel généré par une baisse de la productivité.

8.2.2.5 Les facteurs de capacité d'adaptation à l'évolution de la disponibilité des ressources

La forte culture d'adaptation du pêcheur : « Le pêcheur s'adapte toujours ».

En effet, une des principales caractéristiques définissant le métier de pêcheur est sa capacité d'adaptation. Cette qualité fait partie intégrante de la culture traditionnelle de pêche artisanale. Le pêcheur artisanal s'est toujours adapté aux évolutions de son territoire et s'adapte constamment : à la météo, aux espèces, au type de milieu, à la demande des consommateurs etc.

Aujourd'hui, les pêcheurs du territoire ont déjà commencé à s'adapter aux évolutions liées à la disponibilité des espèces ressources commercialisés. En effet, certains ont modifié leurs secteurs de pêche et vont plus au large afin de cibler d'autres espèces comme les espadons. D'autres pêcheurs font le choix de s'adapter davantage à la demande du consommateur et de diversifier leur production pour cibler des chapons et langoustes bien que cela implique également de modifier les engins de pêche utilisés car les bateaux sont généralement équipés pour cibler certaines espèces en particulier. Toutefois l'entraide entre pêcheurs participe de cette culture d'adaptation. Si une espèce diminue, les pêcheurs artisanaux arrêtent de la prélever pendant un temps, et ceux qui sont limités par leurs engins de pêche ont la possibilité d'embarquer sur le bateau de leurs collègues pour gagner leur vie le temps que l'espèce se régénère.

L'apparition de nouvelles espèces ou une hausse du peuplement d'espèces méridionales telles que le tassergal pourraient, à terme, pousser les pêcheurs à faire évoluer leur matériel de pêche et à davantage éclaircir leurs mailles. Depuis les années 80, les pêcheurs n'ont de cesse de s'adapter à l'évolution du milieu marin et aux attentes des consommateurs et les mailles des filets se sont ainsi de plus en plus éclaircies.

« J'ai du aussi évoluer dans mes pratiques de pêche, et un bateau plus gros m'a permis d'être plus polyvalent. Je n'étais que palangrier (palangrier traditionnel pour les poissons de fond (poissons blancs) + palangre dérivant au large pour les espadons), et depuis que j'ai changé de bateau il y a 2 ans je fais aussi du filet. Aujourd'hui je pêche aussi des chapons, des langoustes. Au filet c'est moins sélectif, beaucoup plus large. Un peu moins écolo aussi. »

- « On se modifie de plus en plus. On a tous commencé à éclaircir nos mailles. » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur»

 Verbatim extraits d'entretiens menés avec des pêcheurs-artisans
- « De toute façon, si on ne fait pas ça, l'activité va mourir. La seule issue, c'est d'être un groupe soudé. »

 Prud'homie des Salins, extrait issu de l'article de Var-Matin daté du 31 juillet 2016

Des dégustations pour sensibiliser les consommateurs aux espèces locales

Afin de faire découvrir des espèces communes locales anciennement consommées (merlan, mulet, saupe...), des espèces pélamides et/ou des nouvelles espèces commercialisées comme le barracuda, les pêcheurs des prud'homies s'organisent pour réaliser sur les quais des dégustations à destination de leur clientèle. C'est par exemple le cas de la Prud'homie des Salins qui, grâce à la vente directe relayée sur les réseaux sociaux ou par sms, apprend aux consommateurs à déguster des espèces de poissons moins connues et à sensibiliser la clientèle sur l'état du milieu marin. Le CRPMEM de PACA et le CDPMEM du Var organisent également des dégustations, mettent en ligne des fiches de recette et travaillent de plus en plus avec des restaurateurs pour mieux faire connaître et valoriser les espèces communes locales.

La commercialisation des espèces méridionales

Les espèces méridionales déjà installées dans l'aire marine et qui voient leur peuplement augmenter en raison du réchauffement de la mer pourraient faire l'objet de nouvelles filières de commercialisation par les pêcheurs. Pour les pêcheurs interviewés, le barracuda est une espèce prise suffisamment en quantité (lorsqu'elle n'est pas en stratégie d'évitement) pour pouvoir la commercialiser à un prix moyen. Elle se trouve déjà sur les étals des pêcheurs. Certains pensent que, dans quelques années, l'espèce pourrait devenir une filière importante de vente lorsqu'elle aura meilleure réputation. Le tassergal n'est en revanche pas encore assez présent pour pouvoir envisager une commercialisation. Mais, pour une espèce "nouvelle", sa réputation auprès des consommateurs est bonne car probablement due à sa ressemblance avec le loup. La dorade coryphène est de plus en plus pris dans les filets des pêcheurs car ces derniers se sont mis à la pêche au large. Une commercialisation de cette espèce est tout à fait possible comme c'est le cas dans de nombreux autres territoires (Malte, Polynésie, etc.)⁸³.

Les mesures de gestion de la ressource halieutique et des usages

- Effet réserve du Parc national de Port-Cros
- Charte du Parc : dialogue instauré pêche professionnelle/PNPC pour une gestion concertée et durable de la ressource + réglementation pêche de loisir
- Création de nouvelles zones ressources dans l'AMA

Depuis des générations, les règlements prud'homaux ont permis un bon maintien de l'état de la ressource et de l'environnement. Le Parc national de Port-Cros souhaitant maintenir une activité de pêche artisanale sur son territoire, s'est inspiré de cette bonne gestion locale lors de la création de la charte de partenariat de la pêche professionnelle dans les eaux du Parc, qui existe depuis 1999. Le Parc travaille ainsi en concertation avec les pêcheurs pour mettre en œuvre une gestion durable de la ressource sur le territoire. Les pêcheurs participent activement aux réunions de bilan, informent les agents du Parc de leurs observations (propagation d'algues invasives, augmentation de la présence de nouvelles espèces ou raréfaction d'une espèce commune etc.). Depuis la création de la Charte du Parc national de Port-Cros en 2015, un dialogue⁸⁴ a été instauré, certains pêcheurs sont membres du Conseil Economique Social et Culturel (CESC) et un pêcheur est également membre du Conseil d'Administration (CA) du Parc. Ils peuvent ainsi peser sur les décisions prises en faveur d'une gestion durable de la ressource et d'une régulation des usages sur l'aire maritime adjacente⁸⁵. Par ailleurs, l'existence d'une aire marine protégée sur le territoire bénéficie à la petite pêche côtière. L'ensemble des pêcheurs observent « l'effet réserve » grâce à l'efficacité de l'aire marine protégée⁸⁶ : les espèces sont plus abondantes dans les eaux du Parc et cela se répercute sur l'AMA. En 2014, une volonté affichée des acteurs socio-économiques représentant les activités présentes autour de l'île de Porquerolles (pêcheurs professionnels, pêcheurs de loisir, structures de plongée, etc.), réunis dans le cadre d'un comité ad hoc Natura 2000, a permis la création d'une «zone ressource» à Porquerolles s'appliquant à tous les usages. Ce travail a étroitement associé le CESC du Parc, ainsi que le conseil scientifique (CS) du Parc, pour déterminer la surface et le positionnement de cette zone, dispositif expérimental prévu pour une période de 5 à 7 ans en vue d'améliorer l'état des biocénoses et de créer un effet réserve.. Il est actuellement question de créer une deuxième « zone ressource » au sein de l'AMA pour intensifier l'effet réserve⁸⁷.

⁸³ « Il y avait un vieux voisin qui avait beaucoup voyagé, et qui a dit « il ne faut pas les jeter c'est délicieux" alors le pêcheur il a compris rapidement que ça pouvait se vendre » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

⁸⁴ « C'est une charte de partenariat : l'avantage est qu'on peut discuter. » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

⁸⁵ « Il faut être capable de s'organiser pour gérer la ressource et ça on ne peut pas le fournir tout seul. » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

⁸⁶ « On voit la différence entre les endroits où il y a eu une tentative de gestion » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

⁸⁷ « Une autre zone devrait être mis en place dans l'AMA, car on s'aperçoit que c'est efficace » Extrait d'un verbatim avec un pêcheur

8.2.3 Evaluation de la vulnérabilité de l'activité de pêche

8.2.3.1 Synthèse de la vulnérabilité et hiérarchisation des impacts

Les chaines d'impacts (Figure 70 et Figure 71) synthétisent de façon schématique l'ensemble des facteurs d'exposition, des facteurs de sensibilité, des impacts résultant et des capacité d'adaptation identifiés lors de l'étude des vulnérabilités de l'activité de pêche artisanale aux changements climatiques.

Légende pour la lecture des chaines d'impacts :

- Jaune : impacts potentiels- Bleu : facteurs d'exposition- Vert : facteurs de sensibilité

- Orange : facteurs de capacité d'adaptation

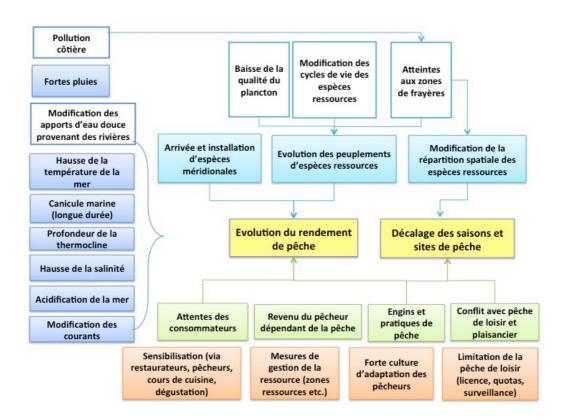


Figure 70 : Chaîne d'impacts potentiels sur l'évolution de la disponibilité des ressources

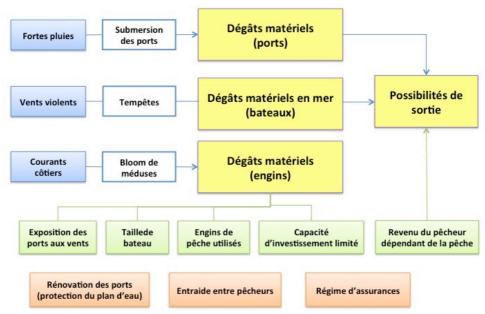


Figure 71 : Chaîne d'impacts potentiels en termes de dégâts matériels

La matrice de vulnérabilité (Figure 72) présente une hiérarchisation des impacts d'après la grille de notation des facteurs d'exposition et de sensibilité présentée en méthodologie.

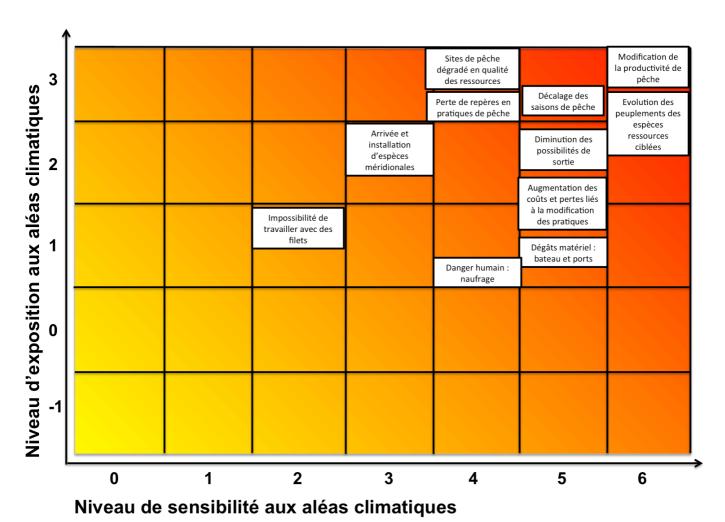


Figure 72 : Matrice de vulnérabilité : de l'activité de pêche aux changements climatiques :

Les résultats montrent que les pêcheurs de la petite pêche côtière sur le territoire du Parc national de Port-Cros sont déjà exposés aux variations climatiques et peuvent être vulnérables aux effets des changements climatiques de manière significative dans les années à venir.

Cette vulnérabilité se manifeste de plusieurs façons. Aujourd'hui certains effets sont avérés et vécus par les pêcheurs, avec pour cause notoire le réchauffement de la température de l'eau de mer :

- l'arrivée et l'installation grandissante d'espèces méridionales ;
- le décalage des cycles saisonniers des espèces ressources locales.

L'acidification de la mer, également liée à la hausse de la température de l'eau, est un facteur d'exposition avéré qui impacte les écosystèmes marins et génère indirectement des répercussions socio-économiques sur l'activité de pêche. Les études scientifiques et projections climatiques aux horizons 2035 et 2055 montrent que ces deux variables d'exposition tendent à augmenter en mer Méditerranée. Les répercussions locales sur le territoire du Parc national de Port-Cros devraient donc être visibles de manière graduelle au fil des années.

Nos résultats montrent également que d'autres effets liés au climat sont davantage d'ordre ponctuel et/ou indirect et ne représentent pas aujourd'hui pour les pêcheurs des impacts négatifs significatifs :

- le risque de dégâts matériels
- la diminution des possibilités de sortie en raison de perturbations climatiques.

De plus, compte tenu des incertitudes scientifiques qui existent actuellement sur les évolutions (en fréquence, intensité et/ou direction) des vents, des courants, des risques de submersion marine et des pluies extrêmes, les relations de cause à effet sont à analyser avec prudence. Toutefois, les observations et les ressentis des pêcheurs peuvent venir compenser l'insuffisance de données climatiques et invitent à considérer ces impacts potentiels. Par ailleurs, des mesures d'adaptation existent pour faire face à ces impacts potentiels et pourraient être facilement mises en œuvre.

Nos résultats ont permis de mettre en avant les nombreux facteurs de sensibilité dont dépend étroitement la vulnérabilité des pêcheurs aux changements climatiques et sur lesquels il est davantage possible d'agir. Ces éléments de sensibilité sont soit intrinsèques à l'activité de pêche artisanale sur le territoire du Parc national de Port-Cros (type de pêche pratiqué, type de bateau, port d'attache, etc.) soit extérieurs au secteur d'activité professionnelle : il s'agit des autres usages pratiqués sur le territoire, des politiques mises en œuvre ou de données socio-économiques comme les habitudes des consommateurs.

Cependant, les résultats mettent en lumière une grande capacité d'adaptation des pêcheurs face aux aléas climatiques et aux modifications des ressources.

Par ailleurs, certains effets du changement climatique peuvent se transformer en opportunité : c'est le cas de l'arrivée et l'installation des espèces méridionales qui pourraient constituer de nouvelles filières de commercialisation et se substituer aux espèces ressources locales à affinité d'eau froide qui tendent à disparaître et à générer des pertes pour les pêcheurs. Cependant, ces opportunités économiques sont à relativiser. Une approche écosystémique des pêches invite à penser de manière globale les effets du changement climatique. Les effets que pourraient générer l'arrivée de nouveaux prédateurs sur les écosystèmes marins locaux sont encore peu connus. La notion et l'usage de « chaînes d'impact » se montre ainsi utile pour illustrer la succession d'impacts directs et indirects générés par une évolution climatique et/ou la combinaison d'évolutions climatiques. La complexité des écosystèmes et l'équilibre sur lesquels ils se fondent doivent être pris en considération dans l'interprétation des résultats.

8.2.3.2 Indicateurs pour évaluer la vulnérabilité de la pêche artisanale

	IMPACTS							
Descripteur	Métrique Mesure du niveau d'impact	Unité	Cotation (seuils de détermination des niveaux d'impacts pour évaluer les impacts)	Pertinence (lien direct avec CC = +++)	Réalisme (effort nécessaire pour avoir la données faible : +++)			
Evolution du rendement de l'activité de	CPUE (Captures Par Unité d'Effort) ⁸⁸ par espèce ressource	g/100 m de filet	A définir selon espèces d'après les agendas de pêche	+++	+++			
pêche		g/ 100 hameçons palangre	A définir selon espèces d'après les agendas de pêche	+++	+++			
Arrivée et installation d'espèce méridionales	Fréquence de déclaration de capture d'espèces « nouvelles » méridionales	Nombre d'individus/an par espèce	A définir	+++	++			
Décalage des saisons de pêche	Perte de repères / Baisse de rendements : Nombre de jours de rendement nul liée à une perte de repères	Nombre de jours/ an	A définir					
Déplacement des zones de pêche	Estimation du coût supplémentaire en temps et en essence par pêcheur généré par le déplacement des secteurs de pêche	€/an	A définir					
Dégâts matériels (engins) liés aux submersions marines et/ou tempêtes, courants	Coût annuel de réparation et/ou de remplacement en matériel par pêcheur (non pris en charge par assurance)	€/an	1000€/an: Sensibilité moyenne	+	+++			
Possibilités de sortie	Nombre de sorties annulées pour cause de conditions météorologiques défavorables / an	Nombre / an	A définir avec les pêcheurs : sortie annuelle 270 en moyenne	+	++			

⁸⁸ Capture mesurée en nombre ou en poids de poissons pêchés par un engin particulier en un temps donné. Le CPUE est un indicateur de rendement de l'activité de pêche ; il informe notamment sur la densité du stock exploité. Indicateur du bénéfice pour les pêcheries adjacentes.

	SENSIBILITE								
Descripteur	Métrique Mesure du niveau d'impact	Unité	Cotation (seuils de détermination des niveaux d'impacts pour évaluer les impacts)	Pertinence	Réalisme				
Préférence des consommateurs	Part d'invendus en kg par espèce	%	A définir	++	+				
Engins et pratiques de pêche	Nombre moyen d'engins de pêche par pêcheur (sensibilité)	Nombre	1 : sensibilité forte 2 -3 : sensibilité moyenne > 3 : sensibilité faible	+++	+++				
Capacité d'investissemen t limitée	Part de revenu disponible par pêcheur pour investir dans de nouveaux engins/bateaux de pêche afin de s'adapter à l'évolution des ressources	%	A définir	++	+				
Conflit avec pêcheurs de loisir	Estimation du nombre de pêcheurs de loisir sur le territoire du Parc national de Port-Cros	Classes de nombre	A définir	+++	+				
Conflit avec plaisanciers	Fréquentation moyenne de l'aire marine adjacente par les plaisanciers par secteur de pêche, en été	%	A définir	+++	++				
Revenu du pêcheur dépendant de la pêche	Part de l'activité de pêche dans les sources de revenus des pêcheurs	%	80- 100% des activités de pêche : sensibilité forte 50-80% : sensibilité moyenne 0-50% : sensibilité faible	+++	+++				
Taille de bateau	Taille du bateau par pêcheur	m	9 – 12 m : sensibilité faible 7-10 m : sensibilité moyenne <7 m : sensibilité forte	++	+++				
Exposition des ports au vent	Parts des ports sur le territoire non-abrités des vents dont l'occurrence et l'intensité pourraient augmenter (vents d'est / sud-ouest)	%	> 20% : sensibilité forte 10-20% : sensibilité moyenne 0-10% : sensibilité faible						

8.3 Stratégies d'adaptation aux changements climatiques

L'adaptation du secteur de la pêche aux changements climatiques doit se traduire par une réduction de sa sensibilité et l'augmentation de sa capacité d'adaptation. Pour chaque impact avéré et potentiel, on peut ainsi utiliser les chaînes d'impact développées dans le présent rapport et lister les actions d'adaptation possibles en se basant sur les facteurs de sensibilité risquant d'accentuer la gravité de l'impact et les facteurs de résilience qui devraient être encouragés ou développés pour diminuer cette gravité. Cela permet de structurer sa stratégie d'adaptation.

Afin de prévenir les impacts potentiels des changements climatiques à horizon 2030, des pistes d'adaptation sont donc envisageables. Elles sont notamment issues des recommandations du Plan national d'adaptation aux changements climatiques (ONERC), du GIEC, du GREC SUD, et d'autres experts de la communauté scientifique sur les ressources halieutiques et le secteur de la pêche.

Plusieurs types de mesures d'adaptation peuvent être mises en œuvre. Elles peuvent être classées par catégories :



Technologie: réduire le risque climatique par des actions techniques et/ou technologiques.



Sensibilisation, formation : ceci se réfère aux niveaux généraux d'éducation et de prise de conscience des questions telles que le changement climatique et ses effets, et à la diffusion d'informations sur le climat, les conditions météorologiques et les impacts sur les secteurs d'activité afin d'amorcer des modification des pratiques.



Protection : relève de la nécessité de poursuivre les actions de protection des écosystèmes naturels et/ou des actions d'atténuation des effets des changements climatiques.



Recherche et connaissance : relève de la nécessité d'explorer davantage les effets sur les écosystèmes naturels et humains des évolutions climatiques.



Gouvernance : ceci concerne les nombreux aspect liés à la gouvernance, la prise de décision et l'aménagement pour garantir une gestion durable des ressources naturelles, financières et humaines.



Réglementation : Intégrer le changement climatique dans les législations, les institutions et les politiques à l'oeuvre : il s'agit ici d'adapter les institutions et les politiques à l'oeuvre en y intégrant directement les questions liées au climat et à ses effets.



Economie : Jouer de leviers économiques pour soutenir le secteur touristique face aux aléas climatiques.

En cherchant une diversité de solutions parmi ces six différents types, on assurera une meilleure efficacité de la politique d'adaptation, en multipliant les leviers pour l'adaptation. Par ailleurs, plusieurs catégories de mesures d'adaptation peuvent s'alimenter les unes des autres.

Impacts		Actions d'adaptation	Туре
Dégâts matériels	Engins de pêche	Prendre en compte le risque changement climatique pour les pêcheurs dans les fonds structurels communautaires des prud'homies, les fonds de mutualisation, les dispositifs assurantiels, les mesures fiscales.	
	Bateaux (mer)	Favoriser l'adaptation des navires de pêche, notamment en matière de sécurité, d'habitabilité et de respect de l'environnement.	p
	Infrastructures portuaires	Anticiper les changements climatiques dans la rénovation et/ou la construction des ports.	×
Diminution sorties	des possibilités de	Diversification intégrée : s'appuyer sur le rôle de sentinelle du pêcheur pour proposer une diversification de l'activité en cas d'impossibilité de pratiquer ou de diminution de la pratique.	
		Qualité de l'eau : améliorer la qualité des eaux telluriques afin de réduire les pollutions côtières.	
	e la disponibilité ces halieutiques	Renforcer le partenariat Prud'homies/PNPC afin de poursuivre une gestion de la ressource qui soit concertée, adaptative et écosystémique.	
		Soutenir et appuyer les Prud'homies de pêche dans leur mode de fonctionnement pour faire perpétuer les savoirs traditionnels et la culture de pêche artisanale sur le territoire.	
		Evolution réglementaire : prendre en compte l'incidence de la migration des populations dans la répartition des possibilités de pêche et quotas pour permettre aux professionnels de prélever les espèces nouvelles présentes sur leurs zones de pêche dans le respect des équilibres écologiques.	
		Améliorer les connaissances des changements climatiques sur le milieu marin.	PO
		Renforcer les efforts de réduction des pressions sur la biodiversité autres que le changement climatique afin d'augmenter la résilience des écosystèmes : intensifier les restrictions réglementaires et les dispositifs de surveillance concernant les activités de plaisance et de pêche de loisir.	
		Culture alimentaire : promouvoir la consommation des espèces locales communes et/ou de nouvelles espèces méridionales.	
		Accompagner l'adaptation de la filière aval, notamment valoriser les nouvelles espèces favorisées par le changement climatique, coproduits et déchets dans une logique de diversification des activités et espèces exploitées en veillant au respect du rendement maximum durable (RMD) pour chacune d'entre elles.	

FOCUS SUR....

... La diversification de l'activité

La diversification est « la pratique d'activités complémentaires à la production (représentant moins de 50 % du chiffre d'affaires), en lien avec le produit, le métier ou la structure d'exploitation, que les pêcheurs peuvent pratiquer tout en conservant leur statut. Les activités de diversification peuvent apporter un revenu complémentaire, valoriser le produit, le terroir ou le métier »⁸⁹. A ce titre, les activités de diversification constituent des pistes d'adaptation intéressantes pour permettre la résilience du pêcheur et le maintien d'une culture de pêche artisanale côtière sur le territoire du Parc national de Port-Cros.

Si la diversification est présentée comme une opportunité pour le secteur de pêche, il ne s'agit pas d'un concept nouveau pour de nombreux pêcheurs sur le territoire du Parc national de Port-Cros qui pratiquent déjà des activités de diversification comme la vente directe. Les activités pratiquées et/ou qui pourraient être davantage pratiquées sont :

- la vente directe sur les quais ;
- la transformation d'espèces communes (mulets, saupes) en filets fumés, assaisonnés et conditionnés sous vide⁹⁰;
- la participation à des fêtes maritimes ;
- l'embarquement d'experts, dans le cadre de partenariats scientifiques le plus souvent : valoriser les connaissances du pêcheur sur la biodiversité marine et connaître leurs observations sur les milieux (pêcheur sentinelle) ;
- la collecte de déchets en mer.

Comme mentionnés précédemment, le pescatourisme en tant qu'activité de diversification présente ses limites en raison de fortes contraintes administratives non-adaptées à la taille des bateaux des prud'homies et ne représente pas une activité rentable à ce jour.

... L'approche écosystémique des pêches (AEP)

L'approche écosystémique des pêches est définie comme « l'approche [qui] a pour objet de planifier, de valoriser et de gérer les pêches, en tenant compte de la multiplicité des aspirations et des besoins sociaux actuels, et sans remettre en cause les avantages que les générations futures doivent pouvoir tirer de l'ensemble des biens et services issus des écosystèmes marins ». ⁹¹ Cette définition intègre donc la notion d'usages multiples et la notion de générations futures et constitue alors une application des principes du développement durable au domaine de l'exploitation des

-

⁸⁹ HENICHART Laura-Mars, LESUEUR Marie, MORGAN Richard. 2012. Diversification des activités de pêche en Manche (France): Etat des lieux et conditions de développement. Rapport d'étude. Programme Interreg Manche - CHARM 3. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST (n°8), 27 p.

⁹⁰ « [...] pour diversifier l'activité et relâcher la pression sur les espèces surexploitées ». Prud'homie des Salins - Extrait d'un article de presse de VarMatin datant du 31/07/2016 « Aux Salins, le projet de la prud'homie de pêche », Emmanuel Pouquet

⁹¹ Définition adoptée lors de la consultation d'experts organisée en 2002 à Reykjavik, à l'initiative de la FAO (et faisant suite à la Déclaration des chefs d'État de Reykjavik de 2001, sur la pêche responsable dans l'écosystème marin).

ressources et écosystèmes marins.

Cette approche écosystémique des pêches, couplée à une gestion adaptative⁹² de la ressource, est particulièrement préconisée par les experts dans un souci d'adaptation du secteur halieutique aux changements climatiques.

Selon Nathalie Caill-Milly (Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources Arcachon/Anglet), l'arrivée de nouveaux prédateurs dans une zone soulève la question de la compétition entre les espèces pour les proies et donc, de l'évaluation des stocks via une approche multi spécifique⁹³. De nombreux auteurs soulignent ainsi la nécessité de mettre en œuvre l'approche écosystémique pour favoriser la durabilité et l'adaptabilité des entreprises de pêche ou d'élevages marins⁹⁴.

Les impacts des changements climatiques seront à la fois directs et indirects et il convient donc de gérer les impacts sur une espèce donnée en prenant en compte les impacts générés sur d'autres espèces ainsi que ceux sur les écosystèmes dans lesquels ces espèces évoluent.

<u>Sur le territoire du Parc national de Port-Cros</u>, l'existence d'une aire marine protégée et l'association des pêcheurs au sein des organes de gouvernance de cette AMP, constituent une opportunité pour décider d'une gestion durable de la ressource halieutique et des usages de l'espace maritime.

Alors qu'à l'origine les aires marines protégées étaient pour la plupart conçues uniquement comme des outils de conservation et de préservation des écosystèmes marins, elles sont désormais reconnues comme de véritables outils de gestion et de régulation des usages et constituent des outils fondamentaux pour assurer la durabilité des ressources halieutiques et bénéficier à la petite pêche côtière, notamment via l'effet réserve qu'elles génèrent.

Par ailleurs, les Prud'homies de pêche, par leur mode de fonctionnement instituant la transmission des savoirs traditionnels locaux et le respect du milieu et des ressources, représentent des outils de gouvernance de la pêche à privilégier pour la mise en œuvre d'une approche écosystémique des pêches.

Maintenir et renforcer le partenariat pêcheurs des prud'homies/gestionnaires du Parc national de Port-Cros constitue ainsi un enjeu d'adaptation important pour le secteur de la pêche artisanale et pour la protection du milieu marin.

⁹² La gestion adaptative consiste à redéfinir cycliquement la gestion d'une espèce, ou de ses prélèvements, selon l'état de cette population et des connaissances de son fonctionnement.

⁹³ Cormon *et al.*, 2016

 $^{^{94}}$ Gormley et al., 2015 ; Heenan et al., 2015

9 Discussions et conclusion générale

L'analyse des vulnérabilités face aux changements climatiques des trois activités socioéconomiques liées au milieu marin (la pêche artisanale, la plongée sous-marine récréative et le tourisme balnéaire) a permis d'apporter des éléments de connaissances et de prospection sur l'exposition climatique du territoire du Parc national de Port-Cros et les facultés de résilience des secteurs d'activités en fonction de leurs niveaux de sensibilité et de capacité d'adaptation.

Tout au long de l'étude, d'une durée de six mois, les liens existants entre changements climatiques, impacts sur les écosystèmes et répercussions socio-économiques ont été explorés.

Un spectre d'exposition large et complexe

Plusieurs variables climatiques ont été étudiées notamment lorsque le jeu de données rendait possible l'analyse des tendances climatiques passées et la réalisation de projections climatiques : c'est particulièrement le cas des températures de l'air, des précipitations et de l'élévation du niveau de la mer. De manière générale, les données terrestres sont davantage fournies et fiables que les données marines. Compte tenu de ces limites, la collecte des données climatiques a donc été couplée avec les observations et les perceptions des acteurs du territoire.

Les extrêmes climatiques et aléas ont été considérés : il s'agit des événements de sécheresse, d'incendie, de vagues de chaleur, de tempêtes, de submersion marine, d'inondation et l'érosion du littoral. Les impacts sur les écosystèmes générés par une modification du climat ont également été pris en compte car ces évolutions écologiques se répercutent sur les systèmes humains et notamment sur les systèmes socio-économiques qui dépendent particulièrement de ces écosystèmes comme la pêche et la plongée. Ainsi, les évolutions paysagères, faunistiques et floristiques, marines, littorales et terrestres, ainsi que la prolifération d'espèces invasives et pathogènes terrestres et marines ont été abordées dans le cadre de cette étude.

Des interactions multiples : exposition/sensibilité/impacts

Si certains de ces aléas sont directement liés au climat tels que la sécheresse, la canicule ou les phénomènes tempétueux, d'autres (érosion, submersion marine, incendie, *Caulerpa, Ostreopsis...*) peuvent être causés par des facteurs humains ou non-climatiques. Les changements climatiques viennent alors aggraver les effets et/ou l'intensité et l'occurrence de ces aléas.

La notion et l'usage de « chaîne d'impacts » se montrent ainsi utiles pour illustrer la succession d'impacts directs et indirects générés par une évolution climatique et/ou la combinaison d'évolutions climatiques avec des facteurs de sensibilité. Une difficulté majeure de ce travail réalisé à partir de chaînes d'impact a consisté à bien déterminer les frontières entre ce qui relève de l'exposition, de l'impact, de la sensibilité ou de la capacité d'adaptation car les délimitations entre chacune de ces catégories sont fines et poreuses. Dans notre effort pour bien les identifier, nous avons tenter des les aborder séparément dans le rapport mais il a été difficile de les analyser sans rendre compte à chaque fois des interactions multiples et complexes. Cela a pu générer quelques redites dans le rapport.

La hiérarchisation des impacts potentiels permet de rendre compte de la gravité des expositions climatiques qui affecteront le territoire du Parc et du niveau de sensibilité des secteurs d'activité. Cette hiérarchisation peut permettre de donner des indications pour la mise en place de pistes d'adaptation prioritaires. Elle est cependant à interpréter avec prudence compte tenu des fortes incertitudes et de la difficulté de saisir les évolutions précises des changements climatiques. La

notation à dires d'experts présente nécessairement une part de subjectivité, d'où l'établissement d'un indice de confiance (mais également subjectif) attribué à chaque facteur d'exposition et de sensibilité afin d'estimer la fiabilité des données concernant chaque variable étudiée.

De plus, il est parfois difficile de hiérarchiser les impacts dans une matrice de vulnérabilité notamment pour le secteur d'activité du tourisme balnéaire qui présente plusieurs types d'impact distincts et donc difficilement comparables. Les angles d'analyse possibles sont pluriels et n'apportent pas les mêmes questionnements ni réponses.

Ainsi, l'analyse des vulnérabilités du tourisme balnéaire, de la plongée et de la pêche artisanale face aux changements climatiques permet d'apporter de nombreux éléments de compréhension des phénomènes sans toutefois fournir une vision claire du rôle du changement climatique dans les effets potentiels identifiés en raison des nombreux autres facteurs interagissant ou non avec le changement climatique. Cela ne légitime pas pour autant l'absence d'actions qui tiennent compte des changements car les éléments apportés par l'évaluation de la vulnérabilité sont suffisants pour justifier de décisions fortes. Conserver une vision globale et transversale et mettre en lumière la notion de « complexité » du territoire est cependant un exercice nécessaire pour mieux appréhender la vulnérabilité des secteurs d'activités étudiés.

Pour le tourisme balnéaire, nous avons donc déployé notre réflexion en se positionnant suivant les divers points de vue développés par les acteurs du territoire qui gravitent directement ou indirectement autour de la sphère touristique :

- le gestionnaire d'un espace protégé, le Parc national de Port-Cros ;
- les institutionnels et collectivités territoriales : les problématiques territoriales se répercutant également sur le déploiement touristique ;
- les institutionnels oeuvrant au développement touristique du territoire ;
- les entreprises touristiques sur le territoire : les structures d'hébergement du public, les structures offrant des services (restauration, commerçants, activités de loisirs) ;
- les visiteurs/vacanciers et divers usagers du littoral et de l'espace maritime ;
- les habitants du territoire.

Il a cependant été difficile de rendre compte de chaque angle de vue, ce qui mériterait alors d'être approfondi.

Enfin, si l'étude de vulnérabilité donne une vision d'ensemble sur le territoire du Parc national de Port-Cros tel qu'il existe depuis la Charte ; l'analyse des résultats sur le secteur du tourisme balnéaire peut aussi être nuancée ou spécifiée selon les particularités locales du site balnéaire: les aléas climatiques, les caractéristiques géographiques, socio-économiques, politiques et culturelles sont distinctes selon les sites. Ce « millefeuille territorial » et l'étendu du territoire d'étude ont rendu parfois complexe l'interprétation des résultats de la vulnérabilité du secteur touristique à l'échelle locale.

Retour sur les résultats de l'analyse de vulnérabilité des trois secteurs d'activités

L'activité de pêche artisanale s'avère être le secteur le plus vulnérable aux changements climatiques parmi les secteurs d'activité étudiés malgré la forte culture d'adaptation inhérente aux spécificités du métier de pêche. L'activité pourrait être fortement menacée par l'augmentation de la température de la mer qui amènerait une perturbation dans les peuplements et la répartition des espèces halieutiques et donc dans la disponibilité des espèces ressources.

L'activité de plongée sous-marine récréative est une activité qui semble nettement moins impactée par les changements climatiques à court et moyen terme et pourrait être même impacté positivement par la hausse de la température de l'eau et l'arrivée d'espèces « exotiques ». L'effet le plus néfaste qui commence à se manifester et pourrait devenir un impact potentiel à moyen/long

terme est la dégradation de la qualité paysagère sous-marine à cause de la prolifération des algues filamenteuses.

Enfin, les résultats concernant le tourisme balnéaire, vaste secteur économique du territoire d'étude, sont pluriels et plus difficiles à interpréter mais montrent principalement une hausse de l'inconfort thermique des touristes en été, un allongement de la période estivale sur les ailes de saison (impact positif) et la baisse de la capacité de charge touristique du territoire, impact découlant d'autres impacts (hausse de la pression sur les ressources exercée par le tourisme (eau) et la diminution des espaces balnéaires (disparition des plages)).

Par ailleurs, il est à noter que selon l'angle choisi et le secteur d'activité étudié, l'évolution d'une variable climatique dans un sens ou un autre peut être aperçu soit positivement soit négativement. (Ex : hausse de la température de la mer : + pour le tourisme et la plongée, - pour la pêche). Malgré la connotation négative attribuée à la notion de « vulnérabilité » et d' « impacts », un des enjeux de cette étude était également de concevoir que, du point de vue de certains secteurs d'activités, les changements climatiques pouvaient se transformer en opportunité.

Cependant, ces opportunités économiques sont à relativiser. Une approche écosystémique des territoires et de ces secteurs d'activité invite à penser de manière globale les effets des changements climatiques. La complexité des écosystèmes et le fragile équilibre sur lesquels ces écosystèmes se fondent doivent être pris en considération dans l'interprétation de ces résultats. Les effets que pourraient générer à long terme l'arrivée de nouveaux prédateurs sur les écosystèmes marins locaux, l'allongement de la saison estivale et la hausse de la température de la mer sont encore peu connus.

L'évolution d'une variable climatique peut aussi générer sur un même secteur d'activité des impacts aussi bien positifs que négatifs. Par exemple, la hausse de la température de l'air peut générer une attractivité touristique allongée sur l'année et également une forte insatisfaction touristique l'été en raison des vagues de chaleur et de la hausse des foyers de moustiques. Cela complexifie ainsi l'analyse et rend difficile l'émergence d'une vision globale sur les impacts réels sur le territoire et sur les secteurs d'activité.

Plus globalement, sur le territoire du Parc national de Port-Cros, les changements climatiques posent un impact majeur d'ordre anthropologique qui questionne le rapport à la nature que les acteurs du territoire souhaitent entretenir. Cette question se pose principalement pour les représentants des secteurs d'activités étudiés qui dépendent étroitement des écosystèmes côtiers et qui ont développé de fait une relation particulière avec le milieu. La notion d'adaptation génère ainsi un débat sociétal et des contradictions entre d'un côté la volonté de sauvegarde d'une nature et d'une biodiversité endémique du territoire, et de l'autre l'acceptation et l'accompagnement d'une nature et d'un paysage modifié.

Par ailleurs, nous avons été confrontés lors de notre évaluation des vulnérabilités à la difficulté de conjuguer une analyse sur trois secteurs d'activité simultanément car même si ces secteurs ont des similitudes, leur poids et représentation sur le territoire du PNPC, les enjeux et les milieux (marins/terrestres/côtiers) avec lesquels ils interfèrent sont tout à fait distincts. Cela a notamment été le cas entre la pêche/plongée (milieu marin/ AMA) et le tourisme balnéaire (milieu côtier, terrestre/ cœurs, AA).

Nous n'avons pas traité la vulnérabilité de l'activité de pêche de loisir car le croisement entre les impacts potentiels sur le tourisme balnéaire et ceux sur la pêche professionnelle artisanale peut permettre d'apporter des éléments de compréhension sur la vulnérabilité de cette pratique. Les contraintes de temps liées à l'étude n'ont pas permis d'explorer davantage cette activité de loisir.

Les projections climatiques : faire avec des temporalités et des incertitudes

Compte tenu des incertitudes scientifiques qui existent actuellement sur les évolutions (en fréquence, intensité et/ou direction) des vents, des courants, des pluies extrêmes, etc. les relations de cause à effet sont à analyser avec prudence. Il est difficile d'établir des projections climatiques fiables sur certaines variables et donc de mesurer le rôle du changement climatique sur des impacts « potentiels ». Toutefois, les observations et les ressentis des acteurs du territoire et notamment des acteurs sentinelles, de terrain, tels que les pêcheurs et les plongeurs peuvent venir compenser l'insuffisance de données climatiques.

Les connaissances sur les évolutions climatiques du milieu marin sont plus incertaines en raison de moyens de mesure existants limités et plus difficiles à mettre en place. Il est donc difficile d'établir des projections climatiques à divers horizons. Notre analyse de vulnérabilité sur le secteur de pêche et de plongée s'est alors principalement appuyée sur les connaissances et perceptions des professionnels interrogés. Cependant, ce manque de connaissances actuelles sur le milieu marin pourrait nuire fortement à la capacité de s'adapter dans le futur. Développer des outils de mesure semble intéressant afin d'obtenir un jeu de données passé/présent et pouvoir à terme, établir des projections climatiques et développer des indicateurs et des seuils à partir desquels la vulnérabilité pourrait être jugée forte/moyenne ou faible.

Toutefois, il apparaît plus pertinent d'évaluer les impacts des changements climatiques sur le milieu marin en s'intéressant surtout au fonctionnement global de la Mer Méditerranée en tant que masse d'eau, d'autant que les facteurs climatiques combinés sont très importants sur le milieu marin (e.g. température + acidification).

Remarques méthodologiques

Quelques remarques d'ordre méthodologique sont à considérer afin de nuancer les résultats issus de l'analyse de la vulnérabilité réalisée et inciter ainsi à poursuivre les investigations.

- le panel des enquêtés (entretiens sociologiques) : malgré les contraintes de temps de l'étude, nous avons réalisé un grand nombre d'entretiens individuels avec les acteurs du territoire et une enquête de perception auprès des usagers du littoral. Cependant, la poursuite d'entretiens avec des pêcheurs professionnels intervenant sur l'aire marine adjacente du Parc national de Port-Cros pourrait permettre de préciser les résultats. Il en est de même avec les clubs de plongée et les acteurs du tourisme. Pour le tourisme : il pourrait être intéressant à l'avenir de connaître plus les perceptions des changements climatiques d'acteurs spécifiques tels que les structures d'hébergement, de restauration ou de certains représentants d'usagers du littoral qui ne sont pas bien représentés dans cette étude.
- L'existence de quelques biais liés à la situation d'enquête : les termes de l'étude qui relèvent de la méthodologie d'analyse de vulnérabilité tels que « impact » sont parfois connotés négativement. L'usage de ce jargon méthodologique pouvait parfois donner l'impression d'un parti pris chez l'enquêteur et orienter alors les réponses de l'enquêter en ce sens ou bien, au contraire, générer une réaction. De plus, les enquêtés projetaient en amont de la situation d'entretien une idée du déroulement de l'entretien et des réponses qu'ils devraient formuler. Le « changement climatique » est un phénomène très présent sur la scène médiatique mais extrêmement difficile à se représenter. Parmi la diversité des profils des personnes enquêtées, les pêcheurs sont ceux qui ont particulièrement bien intégré leur rôle de sentinelle de la mer et ont considéré la situation d'entretien comme un véritable échange entre scientifique-expert du changement climatique et professionnel sur le terrain- expert du milieu marin, dans un souci de laisser au scientifique le soin d'établir les relations avec le changement climatique.

Cette analyse constitue ainsi un premier diagnostic de vulnérabilité socio-économique qu'il s'agira, à l'avenir, d'affiner et de compléter en fonction de l'amélioration des modèles de projections climatiques, des observations des acteurs du territoire mais aussi en fonction des stratégies de développement déployées par ces filières économiques.

Bibliographie

Cadiou G., Boudouresque C.-F., Bonhomme P., Le Diréach L. (2009) The management of artisanal fishing within the Marine Protected Area of the Port-Cros National Park (northwest Mediterranean Sea): a success story? ICES Journal of Marine Science 66:41-49.

- CGDD (2012). Guide d'accompagnement des territoires pour l'analyse de leur vulnérabilité socio-économique au changement climatique.
- Coccossis H.,, Mexa A., Collovini A. (2002). Defining, measuring and evaluating carrying capacity in European tourim destinations. Final report for the European Commission, Directorate-General for Environment: 1-99.
- Dazé A., Ambrose K., & Ehrhart C. (2009). Climate Vulnerability and Capacity Analysis Handbook. Atlanta.
- Dessai S. & Hulme M. (2004). Does climate adaptation policy need probabilities? Climate Policy, 1–22.
- DIRM (2017). Document stratégique de façade Méditerranée, Etat des lieux « Chapitre 1 Les activités maritimes et littorales », Projet Décembre 2017, p.159.
- Dubois G. (1999). Les indicateurs Un outil à manier avec discernement. Communication, 30-46.
- Dubois G. et Ceron J.-P. (2006). Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme, Marseille : TEC, 131 p.
- Epplin M. (2013). Étude sur la caracterisation des usages de loisirs sur le plan d'eau maritime varois.
- GREC-PACA (2017). La mer et le littoral de Provence-Alpes-Côte d'Azur face au changement climatique.
- Henichart L-M, Lesueur M., Morgan R. (2012). Diversification des activités de pêche en Manche (France) : Etat des lieux et conditions de développement. Rapport d'étude. Programme Interreg Manche CHARM 3. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST (n°8), 27 p.
- Jepson M. & Colburn L. (2013). Development of Social Indicators of Fishing Community Vulnerability and Resilience in the U.S. Southeast and Northeast Regions. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-129.
- Kerstin F., Schneiderbauer S., Bubeck P., Kienberger S., Buth M., Zebisch, M, & Kahlenborn W. (2015). Guide de référence sur la vulnérabilité: Concept et lignes directrices pour la conduite d'analyse de vulnérabilité standard. Schleunungdruck, Allemagne.
- Laffoley D., Baxter, J., Pergent-Martini G., Pergent, M., Otero, M., & Slmard, F. (2018). Changement climatique et milieu marin en Corse, Report Card 2018. (F.-X. Bouillon, Ed.). Gland, Suisse: Union Internationale pour la Conservation de la Nature.
- Le Scouarnec N., & Martin L. (2008). Effets du changement climatique sur le tourisme. Le Tourisme En France (Édition 2008), d, 67–71.
- Magnan A. (2009). Le tourisme littoral en Méditerranée Tendances et perspectives face au changement climatique, 47 p.
- Mamauag S., Alino P., Martinez R., Muallil R., Doctor M., Dizon, E., ... Cabral, R. B. (2013). A framework for vulnerability assessment of coastal fisheries ecosystems to climate change Tool for understanding resilience of fisheries (VA TURF). Fisheries Research, (147), 381–393.

Moreno, A., & Becken, S. (2009). A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism. Journal of Sustainable Tourism, 17(4), 473–488.

- Morrison, W. E., Nelson, M. W., Howard, J. F., Eric, J., Hare, J. A., Griffis, R. B., & Scott, J. D. (2015). Methodology for Assessing the vulnerability of Marine Fish and Shellfish Species to a Changing Climate. Retrieved from http://www.nmfs.gov/sfa/tech_memo.html
- Parc national de Port-Cros. (2009). Etude préalable à la définition du périmètre optimal du Parc national de Port-Cros Rapport de phase 1 "Etat des lieux."
- Parcs nationaux de France et Parc national de Port-Cros, Étude « Approche des éléments de la valeur économique totale du Parc national de Port-Cros » 2013
- Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., Van der Linden, P. J., & Hanson, C. E. (2007). Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge et New York: Cambridge University Press.
- Perez, T., Garrabou, J., Sartoretto, S., Harmelin, J.-G., Francour, P., & Vacelet, J. (2000). Mortalité massive d'invertébrés marins : un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. Comptes Rendus de l'Académie Des Sciences Series III Sciences de La Vie, 323(10), 853–865. http://doi.org/10.1016/S0764-4469(00)01237-3
- Perch-Nielsen, S. L. (2010). The vulnerability of beach tourism to climate change an index approach. Climatic Change, (100), 579–606.
- Robert, P. (2013). Evolution de la gouvernance : l'exemple de la pêche dans les eaux du Parc national de Port-Cros. Scientific Reports of Port-Cros National Park, 324(27), 319–324.
- Roumieux C., « Modélisation de la dynamique saisonnière des éclosions de Aedes (Ochlerotatus) caspius (Pallas, 1771) (Culicidae) dans un contexte de changement climatique : le cas du littoral méditerranéen français.», thèse soutenue en 2012.
- Sibson R. (1981). "A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation", in Interpolating multivariate Data (chapter 2), 21-36, John Wiley & Sons, New York.
- SIVOM du littoral des Maures, Observatoire Marin, Document d'objectifs site FR 9301624 « Cap Lardier, Cap Taillat, Cap Camarat » Tome 2 « Plan d'actions, préconisations de gestion et financement des actions du Littoral des Maures », Version finale, validée par le comité de pilotage du 25 mai 2010 Version approuvée par le Préfet du Var le 01 juin 2010 et le Préfet maritime de Méditerranée le 12 octobre 2010
- Taupier-letage, I., Millot, C., & Rougier, G. (2006). Courantologie dans la baie de Port-Cros.

ANNEXES

- Annexe 1 : Compte rendu de la réunion de présentation de l'étude (4 juillet 2018)
- Annexe 2 : Les méthodologies d'analyse de vulnérabilité préconisées par l'UICN
- Annexe 3 : Le questionnaire d'enquête auprès des usagers du littoral
- Annexe 4 : Liste des 25 experts des trois secteurs d'activités enquêtées
- Annexe 5 : Exemple d'une grille d'entretien
- Annexe 6: Questionnaire du programme MPA-ADAPT (traduit en français)
- Annexe 7 : Compte rendu de l'atelier de travail avec les acteurs du territoire
- Annexe 8 : Deltas modélisés des températures minimales de l'air (en °C) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC
- Annexe 9 : Deltas modélisés des températures maximales de l'air (en °C) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC
- Annexe 10 : Deltas modélisés des températures moyennes de l'air (en °C) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC
- Annexe 11 : Deltas des précipitations (en %) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC
- Annexe 12 : Le fenêtrage et les techniques de spatialisation de LISDQS
- Annexe 13: Comprendre les noms des fichiers raster
- Annexe 14 : Un historique des évènements de sécheresse et des incendies sur le territoire est du Parc national de Port-Cros
- Annexe 14 : La réglementation de la plongée sous-marine sur le territoire du Parc national
- Annexe 15: Carte des prud'homies
- Annexe 16: Prix de vente des espèces aux Salins

Annexe 1 Compte rendu de la réunion de présentation de l'étude (4 juillet 2018)

(en page suivante)







COMPTE-RENDU DE LA REUNION DE PRESENTATION DE L'ETUDE

Vulnérabilités aux changements climatiques des activités socioéconomiques liées au milieu marin (pêche, plongée et tourisme balnéaire) dans le territoire du Parc national de Port-Cros

4 juillet 2018 - Espace nautique - Hyères

Personnes présentes :

Prénom -Nom	Organisme	Adresse mail
Annie Aboucaya	Parc national de Port-Cros	annie.aboucaya@portcros- parcnational.fr
Aurore Aubail	AIR Climat	aurore.aubail@air-climat.org
Gilles Barthelemy	Vice-Président Amoureux de Porquerolles	casg.bart@wanadoo.fr
Philippe Bernardi	Espace Mer – Plongée Sous-marine	philippe.bernardi@wanadoo.fr
Marie Fevotte	Pôle Mer Méditerranée – stagiaire sur le tourisme côtier durable	fevotte@polemermediterranee.com
Frédérique Gimond-Lanteri	Métropole Toulon Provence Méditerranée – Site Salins d'Hyères	fgimondlanteri@metropoletpm.fr
Christine Graillet	Parc national de Port-Cros	christine.graillet@portcros- parcnational.fr
Christine Morice	Métropole Toulon Provence Méditerranée	cmorice@metropoletpm.fr
Clélia Moussay	Parc national de Port-Cros	clelia.moussay@portcros- parcnational.fr
Antoine Nicault	GREC-SUD	antoine.nicault@grec-paca.fr
Peire Parot- Urroz	Parc national de Port-Cros	
Marion Peirache	Parc national de Port-Cros	marion.peirache@portcros- parcnational.fr
Maxime Prodromidès	Président CESC du Parc national de Port-Cros	mprodromidès@gmail.com
Stéphane Penverne	Parc national de Port-Cros	stephane.penverne@portcros- parcnational.fr
Catherine Ridolfi	Société nautique de l'île de Porquerolles	sniporquerolles@gmail.com
Philippe Rossello	GREC-SUD	philippe.rossello@geographr.fr
Fernando Sandoval	Guide partenaire du Parc national de Port-Cros	fernandosandoval@hotmail.fr
Marie Singer	AIR Climat	singer.marie@outlook.fr
Sandrine Weingaertner	Métropole Toulon Provence Méditerranée – Service Tourisme	sweingaertner@metropoletpm.fr

Tour de table

Eléments à considérer ultérieurement :

- PCAET de TPM en cours d'élaboration (se rapprocher de Christine Morice)
- Profil climatique de la commune du Pradet en cours d'élaboration (AIR climat impliqué)

Ordre du jour :

- 1 / Contexte et objectifs de l'étude
- 2/ Présentation de l'Association AIR Climat et du GREC-PACA
- 3/ Changement climatique : données actuelles et futures
- 4/ Présentation du déroulé de l'étude
- 5/ La suite de la réunion se déroulera sous la forme d'ateliers où nous nous interrogerons sur les points suivants :
- a) Constatez-vous déjà un impact du changement climatique sur les écosystèmes et les activités ? Quelle place donnez-vous au changement climatique par rapport à d'autres évolutions, menaces ou impacts ?
- b) Quels seraient, selon vous, les indicateurs pertinents pour évaluer les vulnérabilités de la pêche, de la plongée et du tourisme durable ?
- c) Quelles seraient, selon vous, les questions importantes à faire figurer dans les questionnaires ? Pour les professionnels d'activités, les usagers, scientifiques, gestionnaires et pour le tout public ?
- d) Restitution

1/ Contexte et objectifs de l'étude (présentation par le Parc national de Port-Cros / Clélia Moussay)

Cette étude s'attachera à évaluer la vulnérabilité aux changements climatiques de trois activités. D'après le GIEC (Groupe d'Experts intergouvernementale sur l'évolution du climat), la notion de vulnérabilité se définit de la manière suivante : propension ou prédisposition à être affectée de manière négative par les changements climatiques. La vulnérabilité prend en compte les facteurs d'exposition, de sensibilité et la capacité d'adaptation d'une espèce, d'un milieu ou d'une activité.

Les objectifs de l'étude sont :

- Améliorer nos connaissances sur les impacts probables du changement climatique sur les activités et sur les capacités d'adaptation possibles. Au vu des connaissances actuelles et compte tenu des spécificités écologiques, socio-économiques et de gestion, comment ces activités pourraient être affectées par le changement climatique ?
- Mettre en relation et mieux comprendre les liens entre changement climatique évolutions écologiques impacts socio-économiques.
- Pistes d'actions pour anticiper, s'adapter aux impacts probables du changement climatique.

Pour répondre à ces objectifs, la méthodologie de travail reposera sur trois aspects :

- L'appui sur des méthodologies d'évaluation des vulnérabilités proposées par l'IUCN-Med (Centre de Coopération pour la Méditerranée). Ces méthodologies permettent de disposer d'un cadre dans l'évaluation des vulnérabilités. Elles reposent sur des indicateurs d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation.
- La mise en place de groupes de travail : la démarche de l'étude se veut participative, dans le choix des indicateurs et dans leur évaluation. Des groupes de travail « pêche » et

« plongée et tourisme balnéaire » seront créés afin que l'expérience de chacun puisse permettre de cibler et évaluer au mieux des indicateurs pertinents à notre territoire.

- La mise en œuvre de questionnaires et d'enquêtes de perception. Ils permettront d'acquérir des données pour l'évaluation des indicateurs.

Calendrier : second semestre 2018 avec groupes de travail à partir de septembre.

Choix des activités :

- La pêche professionnelle et de loisir.
- La plongée.
- Le tourisme balnéaire (plaisance, location de bateaux et engins nautiques, fréquentation touristique, hébergements, etc.).

Le choix s'est porté sur ces trois activités car elles sont proches géographiquement et ont encore été peu étudiées.

D'autre part, quatre autres Aires Marines Protégées vont réaliser simultanément le même type d'étude : AMP de Protofino, Parc national de Brijuni, Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio, AMP des îles Pelages. Les résultats des études pourront être comparés. Ces quatre Aires Marines Protégées ainsi que le Parc national de Port-Cros participe depuis 2017 à un projet européen sur l'adaptation au changement climatique, le projet MPA-ADAPT.

2/ Présentation de l'Association AIR Climat (Association pour l'innovation et la recherche au service du Climat) et du GREC-PACA (présentation par AIR Climat / Aurore Aubail)

L'objectif de l'association est de contribuer à la prise de conscience des enjeux climatiques et aider à la mise en œuvre de nouvelles solutions pour y répondre. Pour cela, AIR Climat développe et soutien des activités d'innovation et de recherche dans le domaine du développement durable et du climat. Elle sensibilise, informe, communique, forme et accompagne des acteurs sur ces thématiques.

Depuis 2015, elle anime le GREC-PACA (le Groupement régional d'Experts sur le Climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur), qui a vocation à centraliser, transcrire et partager la connaissance scientifique sur le climat et le changement climatique dans la région. Il regroupe près de 300 chercheurs et experts fédérés et une centaine sont impliqués activement.

L'objectif prioritaire du groupe est d'informer les gestionnaires et décideurs du territoire (élus et techniciens des collectivités locales, des espaces protégés, des grands équipements, etc.) dans l'optique d'une meilleure compréhension et d'une prise en compte des résultats scientifiques dans les politiques publiques.

AIR Climat ne produit pas de données mais s'appuie sur le GREC-PACA pour la réalisation de bilans ou études basés sur des connaissances scientifiques et techniques. Le groupe réalise notamment des publications thématiques. Six cahiers thématiques ont été publiés à l'heure actuelle http://www.grec-sud.fr/cahier-thematique/. Trois sont en cours : sur la santé, la montagne et les risques extrêmes.

3/ Changement climatique : données actuelles et futures (présentation par AIR Climat / Philippe Rossello)

Une série d'indicateurs locaux sera produite à l'échelle locale pour illustrer l'évolution du climat sur le territoire du PNPC. Les données du portail DRIAS, de ClimatHD et de la publithèque de Météo-France seront utilisées. La volonté est de montrer l'ampleur du changement climatique à partir de courbes, histogrammes... Les principaux paramètres seront liés à la température de l'air et les précipitations. Les données relatives à la température de la mer seront également recherchées, même si leur historique n'est pas profond. Ces indicateurs apporteront des réponses aux gestionnaires, professionnels, associations...

Des indicateurs spatiaux, sous forme de cartes intégrables sous système d'information géographique (SIG), ont d'ores et déjà été produits dans le cadre de l'étude. Ils couvrent

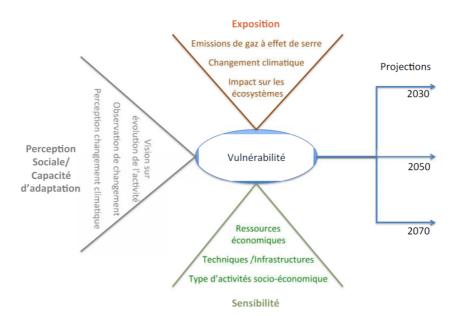
l'intégralité des communes, même couvertes partiellement par le périmètre par le PNPC. Ces cartes des températures minimales, maximales et moyennes, et des cumuls de précipitations concernent les surfaces terrestres, car les données à la surface de la mer sont absentes sur une longue période. Trois horizons temporels (20 ans) sont étudiés : 1996-2015, 2026-2045, 2046-2065. Les normales de 30 ans ont été exclues à cause du coût des données. Les projections climatiques sont issues des modèles climatiques régionaux Euro-Cordex. Les résultats médians (médiane de l'ensemble des simulations des modèles) des scénarios socio-économiques RCP 4.5 et 8.5 (scénario optimiste RCP 2.6 non disponible) ont été retenus pour évaluer l'évolution du climat ces prochaines décennies. L'intérêt de ces cartes réside dans leur résolution spatiale : les données des températures sont cartographiées à 100 m de résolution spatiale et 1000 m pour les précipitations au pas mensuel, saisonnier et annuel, ce qui permet de mieux identifier les changements à l'échelle locale et les microclimats.

Les cartes du climat présent montrent notamment une différenciation spatiale marquée sur le territoire du PNPC : près de 7°C séparent par exemple les températures entre Porquerolles et le massif des Maures ; est du territoire plus humide ; températures plus douces à l'est... Attention : compte teni de l'absence de stations météo dans les espaces urbains, les îlots de chaleur urbains n'apparaissent pas.

4/ Présentation du déroulé de l'étude (présentation par AIR Climat / Antoine Nicault) Méthodologie :

La vulnérabilité se définit de la manière suivante : exposition + sensibilité – capacité d'adaptation.

A titre indicatif, quelques exemples d'indicateurs d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation qui ont été développés durant la réunion :



Exposition:

- Evolution des températures : température de l'air, vagues de chaleur, nuits tropicales, diminution du nombre de jours de gel.
- Evolution de la ressource en eau : modification de la répartition des précipitations, sécheresse (hausses des températures + forte chaleur), phénomènes d'intrusion saline.
- > Evolution des caractéristiques marines : hausse du niveau marin, hausse de la température de l'eau, salinité, acidification.
- Evolution des extrêmes climatiques : canicules, épisodes cévenoles, tempêtes, vagues de submersion.

La hausse de la température de l'eau : limite de survie des espèces, apparition d'espèces exotiques (poisson lapin, barracuda, poisson coffre...) changements dans les migrations, la reproduction, bloom de microalgues toxiques, forte augmentation des populations de gélatineux.

- Acidification : affecte les organismes à squelette calcaire, hausse de la mortalité des gorgones. Conséquences sur la chaine trophique.
- Erosion du littoral : houle, submersion, érosion des plages et des côtes rocheuses, aménagement.

Sensibilité:

Dépendance à la ressource. Caractéristiques des activités de pêche, de plongée et de tourisme balnéaire sur le territoire.

Nombre de pêcheurs, plongeurs, fréquentation, etc.

Capacité d'adaptation :

- > Perception du changement climatique par les acteurs et usagers
- Les activités ont-elles déjà évolué ?
- Comment les activités peuvent-elles évoluer ?

5/ Questions / Brainstorming / Echanges sur le ressenti par rapport au changement climatique et priorités

Maxime Prodromidès, CESC => Question sur l'impact CC/ vulnérabilité sur les activités terrestres (biodiversité terrestre, agriculture) – approche intégrée terre-mer

→ Elaboration du PCAET – objectif 5

Croatie/ Projet LIFE

- → Dans le cadre du tourisme balnéaire, intérêt sur les problématiques forêt et agriculture
- → Normales saisonnières climatiques : 20 ans ou 30 ans mais pas moins.
- 3 questions:
- a. Constatez-vous déjà un impact du CC sur les écosystèmes et les activités ? Quelle place donnez-vous au CC par rapport à d'autres évolutions, menaces ou impacts ?

Annie Aboucaya, PNPC => recul du trait de côte sur la commune (plage du Pentagone, recul de 15-20 m sur ces 10 dernières années !).

Christine Morice. TPM => retrait du trait de côte sur l'ensemble du territoire.

Philippe Bernardi d'Espace Mer => parfois augmentation du trait de côte (le cas près du port).

Plongée sous-marine : barracudas (espèce apparue sur PC il y a 10-15 ans), aujourd'hui ils sont plus nombreux et présents sur beaucoup plus de zones : Porquerolles, Presqu'île de Giens. Impact économique positif : + il y a de barracudas, + il y a de clients qui n'ont plus besoin d'aller plonger en Mer Rouge pour les voir ; + apparitions de balistes (gros poisson et également positif pour la clientèle). Réchauffement de la température de l'eau : c'est cyclique, difficile à dire si réchauffement pour le moment, tout dépend du vent. Météorologique plus que climatique selon lui, repères de terrain surtout. Par ex. année 2017 avec beaucoup de vents d'ouest.

Précipitations : compliqué de travailler en extérieur (récemment, printemps 2018 très pluvieux).

Pas d'espèces qui ont complétement disparu : une année, diminution des oursins mais ils sont revenus, holothuries cycliques, gorgones également, bon état des herbiers de la posidonie sur ses sites de plongée. Aucun dommage sur infrastructures à ce jour à la Tour Fondue.

Plage stabilisée par la banquette de Posidonie.

Annie Aboucaya => Maladie de Lyme : 2 cas d'infection sur les îles d'Hyères (Port-Cros, Bagaud) => propagée par une espèce de tiques qui ne serait pas le vecteur habituel. Y-a-t-il un lien avec le changement climatique ? Etude avec des chercheurs sur un inventaire des tiques sur le territoire + recherche pour voir si elles sont porteuses !

Maladie qui n'est pas soumise à déclaration. Pas de culture du risque sur cette maladie.

Gilles Barthelemy, Amoureux de Porquerolles => constate une invasion ou bloom de méduses => est-ce dû aux conséquences du CC ?

Selon les chercheurs, les méduses vont augmenter avec le CC même si autres facteurs interviennent (surpêche, courant).

Question des impacts des méduses sur le plan écologique ?

Fernando Sandoval, guide de randonnées => voit le CC, effets indirects évolution de la réglementation, en cas d'alerte rouge accès aux îles qui a changé (on peut aller moins loin sur l'île) + impact caniculaire (moins de personnes partent en randonnée à la journée, plutôt sieste et randonnée plus tard le soir). Moins de papillons et moins d'abeilles.

Annie Aboucaya => population a augmenté dans les zones à risques incendies et inondations.

Christine Morice => Massif forestier : mortalité du pin et du chêne en augmentation dans le coin

Projet Marittimo en cours en partenariat avec département du Var (Jean-Luc Acqua) et la Ville du Pradet (Marine Nironi) => ils lancent l'étude Profil Climatique (étude qui démarre le 5/7/2018 sur 4 mois) => étude technique pour collecter des indicateurs.

=> profiter de cette dynamique territoriale.

b. Quels seraient, selon vous, les indicateurs pertinents pour évaluer les vulnérabilités de la pêche, de la plongée et du tourisme durable ?

Fernando Sandoval sur la randonnée :

- Nombre de fois où le parcours de la randonnée a dû être changé ou annulé en raison de la fermeture des massifs.
- Nombre de jours ou fermeture des massifs pour cause de vents forts

Philippe Bernardi sur la plongée :

- nombre de sorties annulées pour causes de conditions météorologiques non propices.

Activités météo-dépendantes : quand il pleut il n'y a rien ! => ni rando, ni pêche, ni plongée.

- Nombre de jours de vent qui déclenche beaucoup de houle.

=> pas oublier l'accès à l'eau!

Plongée: constate les saisons de transition moins marquées (automne/printemps). Apparition de l'algue filamenteuse: impact sur la renommée des paysages sous-marins locaux et donc impact économique énorme pour plonger. Apparue très tôt dans l'année il y a quelques années (dès le début de la saison, avril) ponctuelle de façon extrême, depuis 2-3 ans elles durent jusqu'à fin printemps/début été.

Bizarrement cette année il n'y en a quasiment pas.

- ⇒ « forcément lié à la météorologie », très peu de vents d'est cette année (d'ailleurs arbres brûlés par le sel quand vents d'est sans précipitations)
- ⇒ Pas d'incidence forte sur les gorgones : elles se posent sur les gorgones etc. mais si ça dure trop longtemps, les gorgones ne prennent plus de lumière et peuvent mourir.
- Thermocline pas très basse cette année, mais si couches d'eau homogènes et assez chaudes, c'est que pas beaucoup de courant
- ⇒ Disparition des violets depuis 5-6 ans (accrochés aux roches, filtreurs de l'eau), là on commence à en revoir ! Cyclique ou non.

Maxime Prodromidès => Villas romaines de Porquerolles, plage Notre-Dame, en bordure de sable actuel (à l'époque romaine, plage 40 m plus bas, avec chaussée qui servait de débarquement des marchandises!), change la perception paysagère d'imaginer ça, surtout sur une île.

Indice terrestre : carnets de vendanges entre 1985 et 2015 (3 semaines d'écart sur le début – 10 septembre/ aujourd'hui : 20 août, 17/08 l'année dernière) à cause de la sécheresse + problèmes d'adaptation des variétés des cépages.

Antoine Nicault => appréhension du milieu terrestre (risque incendie, agriculture) mais on n'ira pas si loin.

Clélia Moussay => les arrêtés pour l'eau à Porquerolles, disponibilité se réduit.

Maxime Prodromidès => Sur Porquerolles: composition de l'eau qui s'est modifiée (augmentation teneur en manganèse) + risque de submersion et intrusion saline // avec gros risque et impact sur les activités économiques. Projet d'amener de l'eau par sealine mais il faut réduire les consommations d'eau.

Annie Aboucaya => différents indicateurs biologiques.

- cartographie d'habitat terrestre ou marin pour avoir une idée des transformations qui affectent les habitats mais lien avec CC difficile à établir

Présentation rapide des différents suivis à enjeu « climat » qui sont réalisés par le Parc : suivis flore/faune : gorgone blanche (PNPC), suivis phénologiques sur les territoires : date floraison et chants de la première cigale chaque année (SILENE). // RREN (réseau régional d'espaces naturels). // PhénoClim

c. Quelles seraient, selon vous, les questions importantes à faire figurer dans les questionnaires ?

Annie Aboucaya => Demander aux gens s'ils sont prêts à changer leurs habitudes ? (institutionnels / citoyens).

Annexe 2
Les méthodologies d'analyse de vulnérabilité préconisées par l'UICN

	Community Social Vulnerability Index	NOAA fish stocks vulnerability assessment	CVCA (Climate Vulnerability & Capacity Analysis)	VA-TURF	Moreno & Becken	Perch-Nielsen
	Jepson et al., 2013	Morrison et al., 2015	Dazé et al., 2009	Mamauag et al., 2013	Moreno et al., 2009	Perch-Nielsen, 2010
Angle	SOCIO- ECONOMIQUE	ENVIRONNEMENTAL	SOCIO- ECONOMIQUE	ENVIRONNEME NTAL & SOCIO- ECONOMIQUE	ENVIRONNEMENTAL & SOCIO- ECONOMIQUE	SOCIO- ECONOMIQUE
Sujet d'étude	Activité de pêche	Pêcheries	Communautés rurales	Récifs coralliens, communautés de pêcheurs	Récifs coralliens, touristes (plongée et balnéaire)	Activité touristique de fréquentation des plages
Objectif	Développer une suite d'indicateur sociaux pour évaluer la vulnérabilité des communautés côtières vivant de la pêche.	Générer une classification des espèces selon un niveau de vulnérabilité, identifier les espèces dont l'abondance va diminuer.	Guider les communautés rurales particulièrement vulnérables pour la mise en place d'une évaluation de leur vulnérabilité	Construire un outil pour comprendre la résilience des pêcheries (écosystème et pêcheurs)	Proposer une méthodologie pour évaluer la vulnérabilité du tourisme côtier face au changement climatique	Analyser la vulnérabilité au changement climatique de l'industrie du tourisme balnéaire à l'échelle des pays
Atouts	- Utilise des données secondaires, plus faciles à obtenir que les données primaires.	- Evaluation rapide qui permet de cibler les efforts pour des études plus poussées. - Applicable sur de nombreuses espèces.	- préalable aux plans d'action de la gestion des risques. - impliquer les communautés - rapport coût/bénéfice raisonnable	- aide à prioriser des stratégies d'adaptation sur des écosystèmes de pêcherie particulièremen t vulnérables et à trouver des actions complémentair es	- couvre toutes les activités touristiques - réduit la complexité - reflète la nature dynamique du secteur touristique - intègre les parties prenantes	- évalue les 3 dimensions de la vulnérabilité (indice agrégé) - évalue les effets directs sur l'écosystème + les effets sur la société.
Limites	- Manque de données et d'indices sur le capital social ce qui renforcerait l'analyse Disparité des données selon les unités géographiques et difficulté à les compiler.	- Nécessite la capacité d'identifier les espèces menacées de baisse de population Ne peut pas prendre en compte les capacités de réponse génétique aux changements climatiques Ne considère pas les évolutions au niveau des fonctions des écosystèmes	- La différence entre adaptation et mitigation n'est pas clairement établie et les groupes de réflexion ont du mal à sélectionner des stratégies d'adaptation.	- se focalise sur les vulnérabilités.	- la validité de la méthodologie sera déterminée par sa capacité à améliorer la connaissance de la vulnérabilité d'une destination touristique (à court terme), et les mesures d'adaptation (à long terme)	- sélection et pondération des indicateurs subjectives - n'étudie pas les relations entre les indicateurs. ne considère pas les implications de l'utilisation de moyennes d'indicateurs

Annexe 3 (1/6)

Le questionnaire d'enquête auprès des usagers du littoral



CHANGEMENT CLIMATIQUE VOTRE AVIS NOUS INTERESSE



Ce questionnaire s'adresse aux personnes qui vivent ou ont séjourné sur le territoire du Parc national de Port-Cros (Cœurs de Parc, Aire d'Adhésion et Aire Maritime Adjacente) et qui y ont pratiqué des activités de loisir sur le littoral et/ou en mer. Sont concernés :

- Les îles d'Hyères.
- Les communes de Hyères, La Garde, le Pradet, La Croix-Valmer, Ramatuelle.
- La bande littorale et l'espace maritime entre La Garde et Ramatuelle.

Remplir ce questionnaire vous prendra environ 10-15 minutes, les données personnelles resteront entièrement *confidentielles*. Merci de votre participation !

Par souci écologique, nous avons imprimé le questionnaire sous ce format réduit. Pour toutes questions, vous pouvez contacter l'association Air Climat, contacts@air-climat.org.

	SECTION	A. LITTORAL ET	LANCEM	ENT CHIMATIC	OLIE		
	SECTION	IA. LITTORAL LT	CHANGLIVI	LIVI CLIIVIATIO	ĮUL		
1.	Quels sont pour vous les princ	ipaux atouts du l	ittoral du	Parc national	de Port-Cro	s et ses env	irons ?
	(3 réponses possibles)	•					
]	☐ La beauté des paysages	☐ La côte, les p	lages	☐ Des espac	es naturels	préservés	
	☐ La diversité des paysages	☐ Les îles		☐ L'offre to	uristique var	iée	
	$\ \square$ La mer et les fonds marins	\square Le climat		☐ Le patrim	oine culture	I	
2.	Qualles cont nour your les pr	incinales monass	s aui nàs	ont cur la litta	ral du Bare	national d	o Dort
۷.	Quelles sont pour vous les pr Cros et ses environs ? (3 répon		s qui pesi	ent sur le nitt	nai uu Paic	ilational ut	s Port-
	☐ Les conflits entre usagers	ses possibles		L'érosion des p	nlages et des	s falaises	
	☐ La perte de la biodiversité			Des touristes t	J		
	☐ Une urbanisation trop impo	ortante		Les effets du c	•		
	☐ L'accès à la ressource en ea			quels ?			
	☐ Des bateaux de plaisance tr	-		Le risque ince		•••••	,
	☐ La présence de déchets en	•		Autre(s) (préci			
	La presence de déchets en	iller et sur les plag	;cs □	Addic(3) (preci	302)	••••••••	••••••
3	a) Pensez-vous que le changeme	ent climatique aff	ecte le ter	ritoire du Par	c national d	e Port-Cros	?
٥.	□ Oui □ Non	-		income du l'un	o national a	C 1 010 0103	•
			•				
	b) Si votre réponse est non, qua	•	•				
	☐ Dans 10 ans	☐ Dans 5			Je ne sais p	as	
	☐ Dans 25 ans	□ Dans 1	00 ans ou	plus L	Jamais		
4.	a) Vous sentez-vous préoccupé	-e par les affirma	tions suiv	antes ? (précis	ez dans le to	ableau votre	e degré
	de préoccupation sur une échelle	-					_
	b) Pour les personnes résidente						
	accord, dans votre ressenti, avec		-	•			
		Dográ do				Das du	

	Degré de préoccupation (Note de 1 à 5)	Totalement d'accord	D'accord	Pas d'accord	Pas du tout d'accord	Je ne sais pas
La saison estivale est de plus en						
plus longue et chaude						
Les périodes de sécheresse et						
canicule sont plus fréquentes						
Les saisons ont disparu						

1

Annexe 3 (2/6)

	Degré de préoccupation (Note de 1 à 5)	Totalement d'accord	D'accord	Pas d'accord	Pas du tout d'accord	Je ne sais pas
Les vents sont plus forts						
La mer est plus chaude en été						
La superficie des plages se réduit						
Il y a une prolifération de méduses						
Des espèces animales et végétales marines et terrestres se raréfient						
Des espèces animales et végétales marines et terrestres apparaissent						
Les moustiques sont de plus en plus présents						
Les paysages se modifient						
La végétation semble souffrir de la sécheresse						
Il risque d'y avoir une pénurie d'eau						
Autre(s):						

SECTION B : ACTIVITÉS LITTORALES ET MARITIMES —

1. a) La(les)quelle(s) de ces activité(s) balnéaire(s) pratiquez-vous ? A quelle fréquence et période ?

	Période	Occasionnellement	Fréquemment
Diangée sous movins	Été		
Plongée sous-marine	Hors été		
Dalma massus tuba / Annás	Été		
Palme-masque-tuba / Apnée	Hors été		
Sports de glisse (kite-surf,	Été		
planche à voile, paddle,)	Hors été		
Plaisance	Été		
	Hors été		
Pêche de loisir	Été		
Peche de loisir	Hors été		
lot oki/Ski novstimo	Été		
Jet-ski/Ski nautique	Hors été		
Baignada at plaga	Été		
Baignade et plage	Hors été		
Randonnée littorale	Été		
kandonnee littorale	Hors été		
Autre(s) :			

•	•	_	ent climatique pourrait impacter la pratique de ces loisirs?
] Oui	☐ Non	☐ Je ne sais pas
est (sont)	concerne	ée(s))	si vous pratiquez plusieurs activités, merci de préciser quelle(s) activité(s
D'un noint de v	du n	 natérial utili	isé pour ma pratique :
	vac aa n		ise pour ma pratique :

Annexe 3 (3/6)

- D'un point de vue des risques pris lors de la pratique d				
- D'un point de vue financier :				
- D'un point de vue de l'intérêt de ma pratique :				
1. Pensez-vous que le changement climatique puisse des activités de loisirs balnéaires ? Pourquoi ? Compare de loisirs balnéaires ? Dourquoi ? Compare de loisirs balnéaires ? Pourquoi ? Compare de loisirs balnéaires ? Pourquoi ? Compare de loisires de loisires balnéaires ? Pourquoi ? Compare de loisires balnéaires ? Compare de loisires de loisires balnéaires ? Compare de loisires de loisires balnéaires ? Compare de loisires de l	affecter éc Jui □ N	onomiquem on □ Je	ent les struct ne sais pas	ures proposant
2. Pour les vacanciers : a) Quels critères privilégiez-va localisation de votre hébergement ? (3 réponses po		choix de vo	tre hébergem	ent et/ou de la
☐ La fraîcheur de mon hébergement ☐ La tr.☐ La proximité de la mer/ plage ☐ Le pr	anquillité ix		rt □ Autre nité des comn	es nodités
b) Le changement climatique pourrait-il modifier vo	os critères (de choix ? P	ourquoi ?	
3. Pensez-vous que le changement climatique pourra immobiliers sur le Parc ? ☐ Oui ☐ Nor		sser les prix e ne sais pas	des locations	et des biens
SECTION C : A	DAPTATION	<u> </u>		
4. Si les affirmations suivantes venaient à se produire	, cela modi	fierait-il vot	re activité ?	
	Je modifierais mon lieu de séjour			
→ Résidents et vacanciers			de visite su	ais ma période r le littoral /en sez la période)
→ Résidents et vacanciers			de visite su	
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort Une prolifération très importante de moustiques	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort Une prolifération très importante de moustiques La fréquentation des plages sera plus importante et leur surface réduite	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort Une prolifération très importante de moustiques La fréquentation des plages sera plus importante et	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort Une prolifération très importante de moustiques La fréquentation des plages sera plus importante et leur surface réduite Les activités et les hébergements seront plus chers Les coûts liés au transport augmenteront	lieu d	e séjour	de visite su mer (précis	r le littoral /en sez la période)
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort Une prolifération très importante de moustiques La fréquentation des plages sera plus importante et leur surface réduite Les activités et les hébergements seront plus chers	OUI	NON NON	de visite su mer (précis OUI	r le littoral /en sez la période) NON
La mer sera plus chaude l'été et en arrière-saison La prolifération de méduses sera plus fréquente Des espèces exotiques seront plus visibles en mer Les vagues de chaleur seront plus fortes l'été Le risque incendie sera plus fort Une prolifération très importante de moustiques La fréquentation des plages sera plus importante et leur surface réduite Les activités et les hébergements seront plus chers Les coûts liés au transport augmenteront Autre(s):	oul Sur le territ	NON toire du Pare	de visite su mer (précis OUI	r le littoral /en sez la période) NON Port-Cros ?

Annexe 3 (4/6)

		onal de Port-Cros pourrait mettre en œuvre en v
s'adapter au changement climat		mai de Port-Cros pourrait mettre en œuvre en vi
Commentaires / suggestions		
SECTION D. INFORMA	TIONS GÉNÉRALE	S Date du jour : / / 2018
16. Âge : □ de 18 à 25 ans □	de 26 à 45 ans	☐ de 46 à 65 ans ☐ Plus de 65 ans
17. Sexe: □ F □ M	18. Ville (résid	dence principale) :
19. Quelle est votre situation pr	ofessionnelle?	
·		☐ Employé(e) ☐ Cadre ☐ Artisans, commerçan
☐ Retraité(e) ☐ En recherc	che d'emploi	□Autres :
20. Êtes-vous ? Uvacancier	□ Résident per	manent Résident secondaire
21. Pour les résidents : (passez é		
a) Durée de résidence su ☐ 0- 2 ans ☐ 2- 5 ans ☐		b) Distance côte - domicile □ < 2 km □ Entre 2-5 km □ > 5 km
	1 > 3 alls	
22. Pour les vacanciers :a) Dans quelle ville du Var séjo	urnoz	b) Quelle est la durée et la période
vous en vacances ?	urnez-	de votre séjour sur le territoire ?
c) Dans quel type d'héberg		e séiournez-vous ?
\square Camping	☐ Hôtel	
☐ Maison d'hôte	☐ Location	☐ Autre (précisez) :
d) Est-ce une destination ré		
☐ Non, c'est la première fois		Je viens tous les ans
\square Je suis venu(e) entre 2 et 5	tois L	Je suis venu(e) entre 5 et 10 fois

Mediterranean

MPA-ADAPT

1

Annexe 3 (5/6)

ANNEXE 1

1. Quel(s) secteur(s) fréquentez-vo	us ?					
				•••••	•••••	
Pensez-vous qu'à l'horizon 2040 termes de :	le chang	ement clir	natiqı	ue fera évo	luer votr	e pratique en
Plaisance et/ou po	êche			OUI	NON	JE NE SAIS PAS
Fréquence de mes sorties : je sortirai		/ent				
Fréquence de mes sorties : je sortirai i	moins so	uvent				
Durée de la sortie : je sortirai plus lon	gtemps					
Durée de la sortie : je sortirai moins lo	ngtemps	1				
Horaires : je sortirai à d'autres crénea	ux de la j	ournée				
Coût : les frais liés à ma sortie pourror	nt augme	nter				
Pêche						
Période de sortie : la saison des pêche						
Période de sortie : la saison des pêche	es sera plu	us courte				
Période de sortie : la saison des pêche		calée				
Sites de pêche : je devrai pêcher ailleu						
Sites de pêche : j'aurai moins de choix						
Matériel et techniques de pêche : je d	devrai rer	nouveler m	non			
matériel/modifier mes pratiques						
Autre(s):						
3. a) Pour les pêcheurs de loisir, qu □ Pêche à pied □ Pêche du bord	el type d	e pêche p		ez-vous : Pêche emb Pêche sous	•	
b) Ces dernières années, avez-vo	ous obser	vé une év	olutio	n dans vos	prises ei	n termes de :
	OUI	NON		E SAIS PAS	1	Précisez :
Taille des poissons						
Type d'espèces pêchées						
Quantité de poissons pêchés						
Apparition de certaines espèces						
Diminution en nombre d'espèces						
Autre(s):						

Annexe 3 (6/6)

ANNEXE 2

À DESTINATION DES PRATIQUANTS DE LA PLONGÉE SOUS-MARINE (en bouteille) 1. À quelle période de l'année plongez-vous habituellement ? ☐ Printemps ☐ Eté ☐ Automne 2. Dans quel(s) secteur(s) plongez-vous? □ Port-Cros (précisez les sites :) ☐ Giens (sites :) ☐ Le Lavandou (sites :) ☐ Le Pradet (sites :) ☐ Cap Lardier (sites :) ☐ Autre(s):..... 3. Quelles sont les principales raisons qui vous poussent à pratiquer la plongée sous-marine dans le Parc national de Port-Cros et son aire marine adjacente ? (3 réponses possibles) \square La richesse de la faune et la flore marine, emblématique de Méditerranée \square Les habitats et reliefs sous-marins méditerranéens ☐ Les épaves et autres vestiges historiques submergés ☐ La température de l'eau ☐ La clarté/visibilité sous-marine ☐ La possibilité de voir quelques espèces exotiques ☐ Autres (précisez :.....) 1. Votre plongée a-t-elle déjà été annulée en raison de mauvaises conditions météorologiques **et/ou d'une mauvaise qualité de l'eau ?** □ Oui, plusieurs fois □ Oui, une fois 2. Si vous pratiquez régulièrement la plongée dans le secteur, avez-vous observé des changements de l'écosystème aquatique (faune/ flore, habitat)? ☐ Oui ☐ Non ☐ Je ne sais pas Si oui, pouvez-vous préciser lesquels? 3. Voyez-vous l'arrivée de nouvelles espèces comme une opportunité ou une menace ? Pourquoi ?

4. Pensez-vous que l'arrivée d'espèces exotiques puisse perturber l'écosystème marin

☐ Non

☐ Je ne sais pas

☐ Oui

méditerranéen?

<u>Annexe 4</u>
Liste des 25 experts des trois secteurs d'activités enquêtées

Expert-chercheur	Structure	Fonctions d'intérêt pour	Secteurs
interviewée		l'étude	
Ghislain Dubois	TEC Conseil	Directeur,	Hyères
		Expert changement	
		climatique/tourisme	
Corinne Van Der Yeught	IAE Toulon	Directrice	Porquerolles
Isabelle Taupier-Letage	Ifremer	Experte de courantologie	Toulon
Elodie Rouanet	GIS Posidonie	Experte d'activité de	Marseille
		plongée et des	
		écosystèmes marins	

Expert de l'activité de tourisme interviewé	Structure	Fonctions d'intérêt pour l'étude	Secteurs
Maxime Prodromides	PNPC	Président du CESC	Porquerolles
Marine Nironi	Ville du Pradet	Service environnement	Le Pradet
Damien Bellon	Ville de Hyères	Service Développement Durable	Hyères
Marie-Hélène Squillante	Office de tourisme du Pradet	Directrice	Le Pradet
André De Marco	Association Amoureux de Porquerolles	Président de l'association et membre du CA du PNPC	Porquerolles
Catherine Huraut	Ville de La Croix-Valmer	Elue à l'environnement	La Croix-Valmer
Nadine Salvatico	Office de tourisme de Ramatuelle	Directrice	Ramatuelle
Fernando Sandoval	Accompagnateur -Guide	Guide labellisé « Esprit Parc national »	Secteur ouest du territoire + îles
Vincent Blondel	Guide naturaliste	Guide labellisé « Esprit Parc national »	Secteur ouest du territoire + îles
Michel Scioreto	Camping Pin de Galles	Directeur	Le Pradet
Frédérique Gimond- Lanteri	Métropole Toulon Provence Méditerranée	Gestionnaire du site des Salins d'Hyères	Les Salins, Hyères

Pêcheurs artisan interviewé	Prud'homie	Fonctions d'intérêt pour l'étude	Secteurs de pêche				
Christophe Chevallier	Prud'homie du Lavandou - Niel	Vice-Président du CESC	Port-Cros / Le Levant				
Luc Coupez	Prud'homie de Giens - Niel	Membre du CESC	Giens				
Pierre Moreira	Prud'homie des Salins	Président du CDPMEM	Les Salins				
Lionel Bezille	Prud'homie des Salins		Salins et Porquerolles				
Christian Molinero	Prud'homie du Lavandou	Retraité, 1 ^{er} Prud'homme des pêches du Lavandou, Président du CRPMEM, Membre du CA du PNPC	/				

Plongeur interviewé (expérience de la plongée dans le territoire)	Structure de plongée (statut), localisation	Période d'activité, Intensité de la pratique, moyens	Profil des plongeurs (à dire du gérant)	Diversification des activités de la structure	Secteurs de plongée
Philippe Bernardi, 1 gérant et moniteur de plongée 2 environ 30 ans d'expérience	Espace Mer (commercial) Presqu'île de Giens	 Avril à novembre. Capacité maximale (les 4 bateaux confondus) : environ 100 plongeurs 2 à 14 moniteurs. 7 bateaux dont 4 dédiés à la plongée. 	2% locaux. (région) 98% non locaux.	Plongée de loisir, plongée professionnelle, prise de vue sous-marine, randonnée palmée, apnée, balades en mer, taxi maritime, rencontres avec cétacés, location de kayak et paddle, assistance technique en travaux sousmarins, surveillance maritime.	Porquerolles (fréq.) Giens (fréq.) Port-Cros (occas.)
Eric Pironneau 1.plongeur scientifique et sportif 2.environ 25 ans d'expérience	TéloSub (associatif) Toulon	 Toute l'année. Encadrement de loisir: mai-juin et septembre. Support technique : octobre à avril Capacité maximale : 3 plongeurs 1 moniteur, 1 bateau semi-rigide 	Locaux exclusivement	Plongée de loisir et participation à des programmes de sciences participatives et des campagnes d'éradication de la caulerpe.	Port-Cros (fréq.), Porquerolles (occas.), Giens (occas.). + Sicié (fréq.)
Jean Pomaret • gérant de structure de plongée • environ 20 ans d'expérience	Mio Palmo (commercial) Hyères et Cavalaire	 Avril à décembre Capacité maximale (les 4 bateaux confondus) : 85 plongeurs Environ 6 moniteurs, 4 bateaux 	Non locaux, mais 98% de français.	Plongée de loisir à la demi-journée ou journée, week- end de plongée tout compris, formation de plongée, randonnée palmée	Port-Cros Porquerolles Giens Le Lavandou Ramatuelle
Xavier Lamoureux, 3 gérant et moniteur de plongée 4 environ 20 ans d'expérience	Aquabulles (associatif) Le Pradet	Mars à novembre Capacité maximale : non renseigné Encadrement : non renseigné	50% locaux, 50% français non locaux	Plongée de loisir (exploration et formation) Sentier sous-marin de la Garonne depuis 3 ans.	Porquerolles (occas.), Giens (occas.). + Sicié (fréq.)
Jean-Yves Formotan 5 gérant et moniteur de plongée 6 environ 20 ans d'expérience	IERO (associatif) Hyères	 Toute l'année mais surtout de mai à septembre. 400 sorties annuelles (2/jour en été, 3/semaines sinon) 25 encadrants bénévoles, 1 bateau 	170 plongeurs adhérents. Des locaux exclusivement	Plongée de loisir (exploration et formation), archéologie sous-marine, entrainement en piscine	Porquerolles (freq.) Port-Cros (occas.)

Annexe 5 Exemple d'une grille d'entretien

Grille d'entretien - Pêche artisanale

Contexte de l'entretien:

- 1. Pouvez-vous vous présentez et décrire votre activité svp?
- 2. Selon vous, quelles sont les principales menaces/enjeux qui pèsent sur votre activité de pêche ?
- 3. Observez-vous les effets des changements climatiques sur votre activité ? Si oui, quelles sont vos observations ? Depuis combien de temps ?
- 4. Comment cela impacte-t-il votre activité aujourd'hui?
 - → Négativement, positivement ?
 - → Cela vous préoccupe -t-il?
- 5. Selon vous, les conditions météorologiques ont-elles évolué ces dernières années ? Quels impacts ces évolutions ont-elles eu sur vos sorties (tempêtes, vents, houle, canicule,...) ?
- 6. Modifiez-vous vos pratiques ? Si oui comment ? Pensez-vous qu'à l'avenir cela pourrait évoluer ?
- 7. Avez-vous observé, ces dernières années, la diminution/l'augmentation du peuplement de certaines espèces ? Lesquelles ?
- 8. Votre matériel de pêche a-t-il déjà été dégradé en raison des courants ou de méduses prises dans les filets par exemple ? Est-ce de plus en plus fréquent selon vous ?
- 9. Quels sont vos critères principaux de choix d'un site de pêche ? Ces critères ont-ils évolué/doivent-ils évoluer avec les changements climatiques ?
- 10. Que pensez-vous de la charte et du règlement lié à la pêche dans le Parc national de Port-Cros ?
- 11. Que pensez-vous du programme « pescatourisme » ? Pensez-vous devoir diversifier votre activité ? Quelles opportunités / contraintes y voyez-vous ?
- 12. Imaginez-vous pouvoir/devoir commercialiser de nouvelles espèces ? Si oui, est-ce déjà le cas ? Lesquelles ?

<u>Annexe 6</u> Questionnaire du programme MPA-ADAPT (traduit en français)

AUTRES	PECHEUR.	EVOQUEES	ESPÉCES				CBUES							MED										
				Thalasama pavo (Girelle paon)	(méduse pélagie)	Scorpoena moderensis (Ruscasse de Madère)	Fistularia commersonii (poisson flüte)	Coryphoena hippurus (Dorade coryphène)	(barracuda, bécune à bouche jaune)	Sphyroena wirdensis	Pomotomus saltatrix (Tasserval)	Sparisoma cretense (poisson perroquet méditerranéen)	(poisson coffre)	Sigonus rivulotus (potsson lapin à ventre striée) = poisson lapin blanc	Sigenus iuridus (poisson lapin à queue tronquée) = poisson lapin noir	Sarpa salpa (saupe)		BPECES	Change or better.	Emilianos de machene	Fréquence activité de pêche :	Matériels utilisés :	NOM DU PÉCHEUR:	INTERVIEW N'
																	1/0/F/5/Nk	Quelle est la tendance actuelle?	2	Personal	he:	□Filet		Effectuée par :.
																	S/P/E/7/1/0	Quel est le niveau d'abondance des espèces durant la période de pêche ?		lable	☐ Une fois per mois	PROFESSIONNEL Chalut	Sexe :	
																	N.	Quelle a été la melleure prise dans une journée sur les 12 derniers mois ?		Très expert et fu	☐ Une fols par mols ☐ Une fols par semaine	Chalut CAutres:	Age:	Date:
																		are Avec quel sur engin de pêche ?		ŧ l				
																	De À	Quelle est la e période de pêche ?		_	□Plusieurs jours par semaine	□Pêche à la ligne □Harpon		
																	G/B/Nk	Cette espèce est- elle bonne/mauvaise / Je ne sais pas - pour la Pêche ?			□Presque tous les jours	e Harpon C		
																	G/B/Nk	Cette espèce est- elle bonne/mauvaise/ le ne sais pas - pour l'environnement ?			jours	Autres:		
																		Not a				Ш		
																						Nk = Not known	F = Fluctuant S = Stable	I = Increase, D = Decrease
		•	•		•	•		•	•													Nk = Not known 4 = ABUNDANT (regular and abundant) 5 = DOMINANT (always and very abundant)	2 = OCCASIONAL (sometimes) 3 = COMMON (regurarly captured)	0 = ABSENT 1 = RARE (once in a year)

Annexe 7 (1/3) Compte rendu de l'atelier de travail avec les acteurs du territoire







COMPTE-RENDU DE l'ATELIER ET REUNION D'AVANCEMENT

Vulnérabilités aux changements climatiques des activités socioéconomiques liées au milieu marin (pêche, plongée et tourisme balnéaire) dans le territoire du Parc national de Port-Cros

5 décembre 2018 – Forum du Casino – Hyères

Personnes présentes :

Prénom Nom	Organisme	Adresse mail					
Aurore Aubail	AIR Climat	aurore.aubail@air-climat.org					
Damien Bellon	Ville de Hyères	damien.bellon@mairie-hyeres.com					
Philippe Bernardi	Espace Mer – Plongée Sous-marine	philippe.bernardi@wanadoo.fr					
Monique Devictor	Les amoureux de Porquerolles / Les Arts Verts	moniquedevictor@@orange.fr					
Gilbert Devictor	Les amoureux de Porquerolles						
Antoine Devillet	GIS Posidonie	adevillet@hotmail.fr					
Catherine Huraut	Ville de La Croix-Valmer	catherine.huraut@lacroixvalmer.fr					
Frédéric Joulian	UMR8562 CNRS-EHESS	frederic.joulian@ehess.fr					
Christian Molinero	Prud'homie du Lavandou	prudhomielavandou@yahoo.fr					
Clélia Moussay	Parc national de Port-Cros	clelia.moussay@portcros- parcnational.fr					
Sophie Nicolaï	Eco-logique Conseil	sophie.nicolai@eco-logique- conseil.fr					
Marion Peirache	Parc national de Port-Cros	marion.peirache@portcros- parcnational.fr					
Maxime Prodromidès	CESC du Parc national de Port-Cros	mprodromides@gmail.com					
Philippe Rossello	GREC-SUD	philippe.rossello@geographr.fr					
Elodie Rouanet	GIS Posidonie	elodie.rouanet@univ-amu.fr					
Marie Singer	AIR Climat	singer.marie@outlook.fr					
Marie-Hélène Squillante	Office de tourisme Le Pradet	direction-ot-lepradet@wanadoo.fr					
Laure Thierry de Ville d'Avray	AIR Climat	lauretva@gmail.com					
Pierre Trape	FFESSM Var	pierre.trape@orange.fr					

Annexe 7 (2/3)

Ordre du jour :

Objectifs

- Rappel des objectifs de l'étude et état d'avancement (méthodologie, indicateurs, résultats des questionnaires de perception du changement climatique);
- Présentation du diagnostic de vulnérabilité et des impacts globaux sur les trois secteurs d'activité;
- Compléter, valider, prioriser des indicateurs d'évaluation des impacts des changements climatiques sur les activités littorales et maritimes ;
- Conduire une réflexion collective sur des mesures d'adaptation possibles.

Programme indicatif

9h15: ACCUEIL

- Contexte de l'étude
- Les facteurs d'exposition aux changements climatiques sur le territoire du Parc national de Port-Cros
- Le diagnostic de vulnérabilité sur le territoire
- Atelier 1 : Travail de groupe sur le thème : « Comment mesurer concrètement les impacts directs et indirects des changements climatiques sur les activités balnéaires ? »
- Les principaux résultats du questionnaire diffusé en septembre/ octobre 2018 sur la perception du changement climatique par les usagers du littoral : quels enseignements ?
- Atelier 2 : « Comment prévenir/anticiper les effets des changements climatiques ? Préparer des mesures d'adaptation sur le territoire. »

13H: FIN.

1/ Contexte de l'étude (présentation par le Parc national de Port-Cros / Clélia Moussay)
Présentation des objectifs, du calendrier et du territoire d'étude.
cf. PowerPoint de présentation

2/ Présentation des facteurs d'exposition aux changements climatiques sur le territoire du Parc national de Port-Cros (présentation par GREC-SUD / Philippe Rossello)

Présentation des cartes d'exposition aux changements climatiques (température, précipitations) sur le territoire.

cf. PowerPoint de présentation

3/ Diagnostic de vulnérabilité sur le territoire (*présentation par AIR Climat / Marie Singer*) Présentation de la définition de vulnérabilité et des étapes méthodologiques sur le territoire. cf. PowerPoint de présentation

Annexe 7 (3/3)

/ Atelier 1. Travail de groupe sur les chaînes d'impacts (animation par AIR Climat / Laure Thierry de Ville d'Avray, Marie Singer)

Définition et présentation d'une chaîne d'impacts

Sessions de travail mobilisant les participants : valider et hiérarchiser les chaînes d'impacts.

Puis échanges sur ces chaînes d'impacts :

- Retour sur l'exercice de hiérarchisation
- Points abordés par les participants :
 - éléments de langage, complexité du sujet, type de public auquel s'adressent les chaînes d'impact (mixte/professionnel)
 - sensibilité du tourisme

5/ Atelier 2. Travail de groupe sur les indicateurs (animation par AIR Climat / Laure Thierry de Ville d'Avray, Marie Singer)

Définition et présentation de variable, métrique, indicateur.

Sessions de travail mobilisant les participants par groupe (tourisme balnéaire, plongée sousmarine, pêche).

Discussions sur des indicateurs proposés et suggestion de nouveaux indicateurs à partir de deux variables : la pertinence et le réalisme (existence, accessibilité, facilité d'obtenir les données).

6/ Les principaux résultats du questionnaire diffusé en septembre/ octobre 2018 sur la perception du changement climatique par les usagers du littoral (présentation par AIR Climat / Marie Singer)

cf. PowerPoint de présentation



Annexe 8

Deltas modélisés des températures minimales de l'air (en °C) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC

Tmin, écarts (°C)	Horizon 1996- 2015		lorizo 5, RCI			Horizon 2035, RCP 8.5			Horizon 2055, RCP 4.5			lorizo 5, RCF			lorizo 5, RCI		Horizon 2085, RCP 8.5		
période/ quantile	-	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3
an	11,1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	0,8	1,0	1,1	1,5	1,7	1,9	1,2	1,4	1,6	2,9	3,2	3,5
hiver	4,9	0,5	0,6	1,0	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,2	1,3	1,6	2,8	3,0	3,2
printemps	9,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	0,6	0,7	1,0	1,0	1,1	1,5	0,9	1,0	1,2	2,2	2,6	2,8
été	18,2	0,7	0,8	1,0	0,8	1,0	1,3	1,1	1,3	1,4	1,8	2,1	2,4	1,4	1,6	1,8	3,4	4,0	4,2
automne	12,2	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	1,0	1,7	1,9	2,2	1,3	1,4	1,6	3,1	3,4	3,6
janvier	4,4	0,7	0,9	1,0	0,9	1,1	1,2	0,9	1,0	1,1	1,4	1,4	1,6	1,4	1,5	1,6	2,7	2,9	3,1
février	4,7	0,3	0,4	0,8	0,2	0,6	0,9	0,5	0,6	1,1	1,3	1,5	1,7	1,1	1,2	1,7	2,6	2,8	3,1
mars	6,2	0,2	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	0,5	0,6	0,9	1,0	1,2	1,4	1,0	1,0	1,2	2,3	2,4	2,6
avril	8,9	0,1	0,4	0,7	0,4	0,7	1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	1,2	1,6	1,0	1,1	1,3	2,2	2,6	2,8
mai	12,4	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	1,1	1,1	1,3	1,6	0,9	1,1	1,3	2,3	2,7	3,1
juin	16,4	0,6	0,7	0,9	0,7	0,9	1,2	0,9	1,2	1,4	1,5	2,0	2,3	1,2	1,3	1,4	2,9	3,2	3,4
juillet	19,1	0,6	0,8	1,0	0,9	1,1	1,3	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,6	1,6	1,8	2,0	3,6	4,1	4,4
août	19,2	0,6	0,9	1,2	0,8	1,1	1,5	1,2	1,3	1,4	1,8	2,2	2,6	1,4	1,6	1,9	3,7	4,5	4,7
septembre	16,1	0,5	0,6	0,8	0,7	0,8	1,0	0,6	0,9	1,1	1,7	2,2	2,7	1,5	1,7	1,8	3,5	3,9	4,2
octobre	12,2	0,4	0,5	0,8	0,9	1,0	1,2	0,6	0,7	1,2	1,6	1,7	2,0	1,2	1,3	1,6	3,0	3,1	3,2
novembre	8,3	0,2	0,4	0,7	0,5	0,7	1,0	0,6	0,8	1,0	1,5	1,7	2,3	1,2	1,3	1,4	3,0	3,1	3,3
décembre	5,6	0,5	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	0,7	0,9	1,3	0,9	1,5	1,8	1,0	1,1	1,4	3,1	3,2	3,3

Q1 : 1er quartile - Q2 : médiane - Q3 : 3ème quartile

Annexe 9

Deltas modélisés des températures maximales de l'air (en °C) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC

	Horizon 1996- 2015		zon 20 CP 4.5	•		Horizon 2035, RCP 8.5			zon 2 ICP 4.	,		zon 2 RCP 8.	,		zon 2 ICP 4.	•	Horizon 2085, RCP 8.5		
Tmax, écarts (°C)	Q2	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3
an	19,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8	1,1	1,2	1,5	1,6	1,8	1,2	1,4	1,5	2,8	3,1	3,4
hiver	12,3	0,5	0,7	1,0	0,8	0,9	0,9	0,7	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7	1,3	1,5	1,6	2,7	2,8	3,1
printemps	17,3	0,3	0,6	0,8	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4	1,6	1,0	1,1	1,3	2,2	2,5	2,8
été	27,1	0,7	0,8	1,0	0,8	1,0	1,3	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,3	1,3	1,6	1,7	3,3	3,8	4,2
automne	20,5	0,5	0,6	0,8	0,6	0,8	1,0	0,7	0,8	1,1	1,5	1,7	2,1	1,2	1,4	1,5	2,9	3,2	3,4
janvier	11,7	0,7	0,8	1,1	0,9	1,1	1,1	0,7	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,5	1,6	1,8	2,6	2,7	3,1
février	12,6	0,3	0,5	0,7	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	1,4	1,5	1,6	1,2	1,4	1,5	2,4	2,6	2,9
mars	14,5	0,2	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	0,6	0,8	1,1	1,1	1,3	1,5	1,1	1,2	1,3	2,3	2,4	2,5
avril	17,2	0,1	0,3	0,5	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	0,9	0,9	1,1	2,1	2,4	2,7
mai	20,1	0,5	0,8	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,3	1,3	1,5	1,7	1,0	1,4	1,5	2,4	2,8	3,2
juin	24,7	0,4	0,6	0,8	0,5	0,9	1,1	0,8	1,1	1,3	1,1	1,7	2,1	0,8	1,1	1,2	2,7	3,1	3,4
juillet	28,2	0,6	0,8	1,1	0,8	1,0	1,2	0,9	1,3	1,7	1,7	2,0	2,3	1,5	1,8	2,0	3,5	3,9	4,3
août	28,6	0,6	0,8	1,2	0,6	1,0	1,5	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,6	1,4	1,7	1,9	3,4	4,1	4,6
septembre	25,1	0,8	0,9	1,1	0,7	0,9	1,2	0,9	1,1	1,4	1,8	2,5	2,8	1,6	2,0	2,1	3,5	4,1	4,5
octobre	20,4	0,5	0,6	0,9	0,7	1,0	1,1	0,6	0,8	0,9	1,2	1,4	1,8	1,1	1,3	1,5	2,7	2,9	3,1
novembre	15,8	0,3	0,5	0,7	0,5	0,7	0,9	0,6	0,8	1,1	1,4	1,5	1,7	1,1	1,2	1,2	2,7	2,8	2,9
décembre	12,8	0,5	0,7	1,0	0,5	0,7	0,9	0,6	0,8	1,4	0,8	1,2	1,6	1,0	1,2	1,3	2,8	3,0	3,0

Q1 : 1er quartile – Q2 : médiane – Q3 : 3ème quartile

Annexe 10

Deltas modélisés des températures moyennes de l'air (en °C) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC

	Horizon 1996- 2015	Horizon 2035, Horizon RCP 4.5 RCP		izon 20 RCP 8.5	,			Horizon 2055, RCP 8.5			Horizon 2085, RCP 4.5			Horizon 2085, RCP 8.5					
Tmoy, écarts (°C)	Q2	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3
an	14,9	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,7	1,5	1,7	1,8	3,1	3,5	3,7
hiver	8,4	0,5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7	3,0	3,1	3,3
printemps	13,0	0,3	0,5	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,5	1,2	1,3	1,5	2,5	2,8	3,0
été	22,5	0,7	0,8	0,9	0,8	1,0	1,2	1,0	1,3	1,4	1,5	1,9	2,2	1,5	1,8	1,9	3,5	4,0	4,3
automne	15,9	0,5	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,8	0,9	1,2	1,7	2,0	1,7	1,9	2,0	3,5	3,7	3,9
janvier	7,8	0,5	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	1,4	1,5	1,6	1,8	1,8	1,9	2,9	3,0	3,3
février	8,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,7	0,8	0,5	0,7	1,2	1,3	1,5	1,7	1,4	1,5	1,9	2,7	2,9	3,2
mars	10,0	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7	1,0	0,6	0,7	0,8	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4	1,6	2,6	2,8	2,9
avril	12,7	0,1	0,3	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	1,0	1,1	1,3	1,6	1,3	1,3	1,5	2,5	2,8	3,1
mai	16,1	0,6	0,8	1,0	0,6	0,9	1,1	0,8	1,0	1,2	1,1	1,4	1,5	1,1	1,4	1,5	2,5	2,9	3,3
juin	20,4	0,7	0,8	0,9	0,7	0,9	1,2	0,9	1,2	1,4	1,3	1,9	2,1	1,1	1,4	1,5	2,9	3,3	3,5
juillet	23,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	0,9	1,3	1,6	1,7	1,9	2,3	1,7	1,9	2,2	3,7	4,2	4,5
août	23,5	0,7	0,9	1,2	0,7	1,0	1,5	1,2	1,4	1,4	1,9	2,1	2,5	1,8	2,1	2,3	3,9	4,7	5,1
septembre	20,1	0,6	0,8	1,0	0,7	0,8	1,0	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1	2,6	2,1	2,3	2,4	4,0	4,5	4,9
octobre	15,9	0,4	0,5	0,9	0,7	0,9	1,1	0,5	0,7	1,0	1,1	1,4	1,7	1,5	1,7	1,9	3,2	3,3	3,6
novembre	11,6	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	1,0	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	2,0	1,6	1,7	1,8	3,3	3,4	3,5
décembre	8,8	0,6	0,9	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	1,1	1,4	1,0	1,4	1,9	1,4	1,6	1,7	3,4	3,5	3,5

Q1 : 1er quartile - Q2 : médiane - Q3 : 3ème quartile

Annexe 11

Deltas des précipitations (en %) entre la période de référence (1996-2015) et les horizons futurs sur le territoire du PNPC

	Horizon Horizon 2035, RCP 1996-2015 4.5		, RCP	Horizon 2035, RCP 8.5			Horizon 2055, RCP 4.5			Horizon 2055, RCP 8.5			Horizon 2085, RCP 4.5			Horizon 2085, RCP 8.5			
RR écarts bruts (%)	Q2	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3												
an	824,7	-9,6	-4,4	1,8	-14,6	-6,8	-2,7	-8,7	-1,2	3,0	-8,0	-5,1	-1,7	-18,7	-10,1	-0,7	-29,2	-20,0	-10,8
hiver	261,3	-10,8	-1,6	3,5	-19,8	-5,7	4,1	-10,0	-0,1	5,4	-13,7	-2,2	2,4	-13,5	-5,8	0,9	-19,4	-10,4	0,9
printemps	190,7	-5,4	-3,1	1,2	-6,8	2,5	12,5	-8,2	-4,9	-3,5	-27,1	-4,3	5,7	-22,4	-12,0	-4,3	-30,7	-25,6	-20,7
été	71,6	-27,5	3,0	40,6	-20,1	-10,0	3,7	-13,8	-5,9	4,7	-31,7	-14,6	2,2	-25,4	-9,8	10,8	-60,5	-47,3	-26,4
automne	302,2	-15,5	-9,7	-0,7	-19,0	-11,4	-2,6	-12,0	-6,0	8,5	-5,4	0,6	6,1	-19,7	-12,9	-2,9	-29,6	-18,6	-11,1
janvier	88,2	-15,7	-7,4	26,2	-19,4	-10,4	3,7	-9,1	-3,1	26,1	-11,1	6,2	14,6	-14,8	-12,0	-7,6	-14,9	-1,1	12,2
février	71,1	-8,0	0,6	19,0	-26,4	-9,6	9,5	-9,0	-1,6	12,4	-27,1	-12,1	5,4	-10,3	9,1	22,6	-2,7	4,4	13,5
mars	69,1	-10,5	-6,5	0,3	-14,5	2,2	11,7	-0,5	14,4	19,0	-22,7	5,2	18,2	-22,4	-3,3	8,3	-11,4	-6,3	-2,9
avril	60,4	3,9	12,4	19,9	-15,0	6,5	24,8	-18,3	-2,6	5,3	-22,4	-12,6	9,5	-18,2	-14,2	-8,8	-33,9	-28,1	-21,7
mai	56,7	-14,7	-9,8	1,6	-20,8	-4,6	4,5	-25,6	-19,9	-12,0	-30,1	-20,0	-7,8	-20,5	-13,3	-7,3	-45,2	-40,2	-35,1
juin	27,9	-27,2	-10,5	25,9	-32,4	-14,2	4,5	-26,2	5,1	18,7	-13,1	3,8	22,7	-24,0	-3,6	10,8	-64,2	-50,2	-31,2
juillet	17,1	-30,5	0,9	25,8	-46,5	-27,8	28,7	-25,0	-0,2	20,1	-51,7	-27,1	-1,2	-53,3	-39,9	-8,9	-69,6	-59,7	-35,2
août	26,6	-25,9	-13,1	22,5	-23,4	-12,0	14,2	-31,4	-12,5	3,5	-45,4	-31,7	-0,1	-8,7	2,5	23,2	-50,8	-36,5	-15,9
septembr e	79,1	-26,5	-18,5	-8,8	-31,6	-16,5	0,2	-38,6	-7,6	5,2	-28,5	-16,5	4,8	-29,0	-18,8	-4,2	-37,6	-31,6	-28,0
octobre	107,1	-11,3	-5,3	6,3	-16,0	-6,0	6,6	-10,6	4,6	34,7	5,3	18,5	28,1	-10,2	-4,3	5,4	-28,6	-15,8	-7,8
novembre	111,5	-18,0	-11,8	3,3	-29,0	-8,2	12,1	-18,5	-3,9	3,5	-8,5	-2,5	6,3	-18,8	-13,6	-6,1	-22,1	-8,8	1,3
décembre	98,1	-16,0	-9,1	-4,1	-12,9	-1,8	7,1	-11,1	-3,3	4,8	-17,0	-5,9	0,1	-11,4	-7,2	-3,3	-32,2	-26,0	-14,5

Q1 : 1er quartile - Q2 : médiane - Q3 : 3ème quartile

<u>Annexe 12</u> Le fenêtrage et les techniques de spatialisation de LISDQS

Pour assurer une prise en compte ajustée des effets d'échelle, chaque variable peut être fenêtrée (1x1, 3x3, 5x5, 7x7, 11x11, ...,101x101) en fonction de son influence. LISDQS comporte un système de fenêtres (Figure 73) centré sur le point d'observation (station de mesures locales). Les dimensions des fenêtres sont les suivantes (cas d'étude en exemple : résolution spatiale de 100 m) :

- ✓ fenêtre de base = 1 x 1 pixel, soit 100 x 100 m
- √ fenêtre 1 = 3 x 3 pixels, soit 300 x 300 m
- ✓ fenêtre 2 = 5 x 5 pixels, soit 500 x 500 m
- ✓ fenêtre 3 = 7 x 7 pixels, soit 700 x 700 m
- √ fenêtre 4 = 11 x 11 pixels, soit 1100 x 1100 m
- /
- √ fenêtre 101 = 101 x 101 pixels, soit 10100 x 10100 m

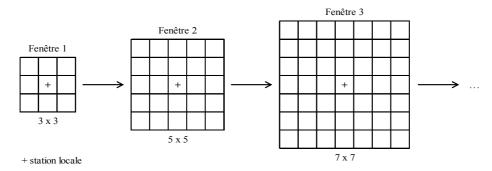


Figure 73. Système des fenêtres de LISDQS utilisé pour les calculs des variables locales

Quatre techniques sont proposées par le logiciel LISDQS : le krigeage (ordinaire), les régressions, l'inverse de la distance et les polynômes. L'utilisateur sélectionne une technique pour estimer la variable d'intérêt et calculer les résidus, puis choisit l'une des trois autres techniques pour estimer les résidus issus de la 1^{ère} étape.

Dans le cas des régressions utilisées pour cette étude, les variables explicatives sont identifiées au seuil de 5 %. En dessous, elles ne sont pas retenues. Ces dernières sont ensuite croisées dans le cadre d'une régression multiple. Les coefficients sont considérés comme opérateurs cartographiques pour reconstituer le champ continu de la variable d'intérêt. Deux types de régressions sont proposés :

- ✓ régression globale : une seule régression est appliquée en utilisant l'ensemble du corpus disponible (n stations)
- ✓ régression locale : les n plus proches stations de chaque pixel (maille) de l'aire d'étude sont recherchées, puis les pixels rattachés aux mêmes stations (nombre de stations à définir par l'utilisateur) sont regroupés au sein d'un polygone (Erreur! Source du renvoi introuvable. : exemple de la moyenne annuelle des températures maximales de l'air, 1996-2015) pour lesquels régressions (identification des meilleurs régresseurs, puis régression multiple) et krigeage sont effectués. La densité irrégulière des stations entraîne des distorsions dans l'aire de recrutement des n stations. L'avantage est de réaliser des calculs à partir d'une information locale qui améliore les estimations, mais aussi de cartographier des coefficients de corrélation et de régression.

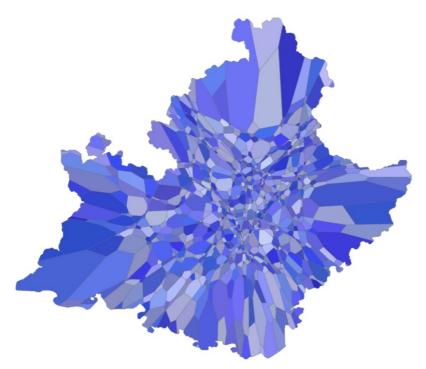


Figure 74. Polygones regroupant les pixels rattachés aux mêmes *n* stations dans le cadre d'une régression locale (exemple de la moyenne annuelle des températures maximales de l'air, 1996-2015)

Les erreurs d'estimation sont calculées après chaque étape par validation croisée. À chaque exécution (nombre équivalent au nombre d'observations ou mesures locales), une station est retirée du corpus et les coefficients des régressions sont calculés sur la base des n-1 stations restantes. Cette opération permet d'obtenir une valeur estimée qui est comparée à la valeur observée. La qualité statistique de l'interpolation peut être évaluée par les n valeurs d'écart. Les redondances des variables explicatives (fenêtres d'une variable présentant un même seuil par exemple), mais aussi la colinéarité sont également contrôlées.

Pour cette étude, la spatialisation des variables climatiques en tout point de l'espace a été réalisée en 3 phases :

- ▶ phase 1 : elle correspond à l'estimation des valeurs par les régressions multiples (composées, pour chacune des n situations à analyser, des variables significatives au seuil de 5 %)
- > phase 2 : le résidu, calculé par validation croisée, est à son tour estimé par krigeage
- ➤ phase 3 : elle correspond à la somme des deux estimations précédentes : phase 1 + phase 2. La phase 4 qui consiste à calculer un nouveau résidu analysé par un processus autorégressif (prise en compte du climat du mois précédent ou de l'année précédente par exemple) pour lequel un résidu final est renseigné, a été testée, mais non utilisée pour conserver l'unité de chaque moyenne mensuelle, saisonnière ou annuelle de la période considérée.

Dans un premier temps, les régressions globales et locales ont été testées. Les régressions locales donnent des résultats de meilleure qualité. Cette technique est donc privilégiée dans cette étude.

Annexe 13 Comprendre les noms des fichiers raster

Au total, 340 cartes mensuelles, saisonnières et annuelles de températures de l'air et de précipitations ont été produites : pour chaque paramètre (Tmin, Tmax, Tmoy, RR), les cartes illustrent le climat présent (1996-2015) et le climat futur en fonction des RCP et des horizons futurs (2026-2045, 2046-2065). Pour les cartes de températures, les surfaces maritimes ne sont pas couvertes car elles faussent les valeurs estimées (évaporation par exemple).

Les cartes du climat présent et futur sont la somme des incertitudes liées à la qualité des mesures locales (stations de mesures), à l'interpolation spatiale des données, aux scénarios d'émissions, aux sorties des modèles globaux et régionaux (climat futur), et aux méthodes de correction des modèles globaux.

Comment décrypter les noms de fichiers selon les horizons climatiques ?

Climat présent, 1996-2015

TT températures de l'air (en °C) RR précipitations (en mm)

Tn température minimale de l'air
 Tx température maximale de l'air
 Ty température moyenne de l'air

Valeur moyenne par variable et pas de temps :

an an hiver hiver printemps print été ete aut automne janvier jan fev février mars mars avril avril mai mai juin juin juillet juil août aout septembre sept oct octobre

PNPC Parc national de Port-Cros

novembre

décembre

nov dec

Sources à mentionner dans toute communication : GeographR, données : Météo-France, DRIAS Les futurs du climat.

Climat futur: 2026-2045 (2035), 2046-2065 (2055)

TT températures de l'air (en °C)

RR précipitations (en mm)

Tn température minimale de l'air
 Tx température maximale de l'air
 Ty température moyenne de l'air

Valeur moyenne par variable et pas de temps :

an an

h hiver

p printemps

e été

a automne

1 janvier

2 février

3 mars

4 avril

5 mai

6 juin

7 juillet

8 août

9 septembre

10 octobre

11 novembre

12 décembre

hor1 horizon 1, 2026-2045

hor2 horizon 2, 2046-2065

rcp45 RCP 4.5

rcp85 RCP 8.5

PNPC Parc national de Port-Cros

Le climat futur est égal au climat présent + deltas (ou anomalies). Les valeurs des horizons futurs correspondent à la médiane des valeurs moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles simulées par les modèles climatiques Euro-Cordex (source DRIAS)

Sources à mentionner dans toute communication : GeographR, données : Météo-France, DRIAS Les futurs du climat.

Format des fichiers

Mise en forme des livrables :

- format de sortie : GEOTIFF (raster)
- projection géographique : Lambert-93, RGF93
- résolution spatiale : 100 m pour les températures de l'air, 1000 m pour les précipitations

Pour toute question et aller plus loin (construction d'indicateurs spécifiques, cartes 3D, calculs de quantiles...), se rapprocher de GeographR : philippe.rossello@geographr.fr

Annexe 14
Un historique des évènements de sécheresse et des incendies sur le territoire du PNPC est

Source : Base de données « Prométhée » : banque de données sur les incendies de forêts en région Méditerranéenne en France – date : 01/01/2014 – 30/11/2018

Commune	Alerte	Surface brûlée	Nature de la cause
Le Pradet	27/07/2015	0,0020	Jet d'objets incandescents
	19/08/2016	0,0040	Malveillance
	06/09/2016	0,0500	Malveillance
	04/01/2018	0,1000	-
Hyères	14/07/2016	7,3000	Jet d'objets incandescents
	11/07/2017	0,0030	Malveillance
	25/07/2017	0,1000	Malveillance
	05/08/2017	0,0250	Malveillance
	19/08/2017	0,2500	Malveillance
	02/09/2017	431,0000	Malveillance
	03/09/2018	0,0300	Malveillance
La Croix Valmer	03/09/2015	0,5000	Jet d'objets incandescents
	09/10/2016	0,3000	Travaux (particuliers)
	21/07/2017	0,0004	Véhicules
	24/07/2017	506,0000	Jet d'objets incandescents
Ramatuelle	08/07/2015	0,0400	Lignes électriques
	13/06/2016	0,0200	Travaux (particuliers)
	07/06/2017	15,6400	Travaux forestiers
	19/09/2017	0,1480	Lignes électriques



Figure 75 – Affiche de prévention sur le risque incendie et la praticabilité des cœurs de Parc en cas de risque, Parc national de Port-Cros

Si le déclenchement des incendies est généralement dû à des facteurs anthropiques, les changements climatiques viennent aggraver et amplifier leur intensité et/ou leur fréquence.

Sur les îles cœurs du Parc, l'aléa incendie génère une fermeture de la quasi-totalité des sentiers.

Historique des situations d'alerte sécheresse

Lieu	Année	Période	Mesures	Impacts
lle de Porquerolles	2018	16/04/2018	lle placée en situation d'alerte sécheresse ⁹⁵ . Mesures préfectorales de	Double rotation quotidienne du Saint-Christophe.
			restriction d'eau - Arrêté n°553 du 16 avril 2018	
Zone C ⁹⁶ - Gapeau et côtiers	2017	28/07/2017 - 15/10/2017	Mesures préfectorales de restriction d'eau - Alerte ⁹⁷	Mouvements de terrain - maisons endommagées ⁹⁸ = Etat de catastrophe naturelle pour mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols pour la période du 1er avril au 31 décembre 2017. ⁹⁹
île de Porquerolles	2017	06/07/2017 - 15/10/ 2017	lle placée en situation d'alerte renforcée sécheresse.	Saint-Christophe.
			Mesures préfectorales de restriction d'eau - Arrêté N°1008 du 6 juillet 2017	
Zone C - Gapeau et côtiers	2016	16/08/2016 - 30/09/2016	Mesures préfectorales de restriction d'eau - Alerte renforcée	
Zone C - Gapeau et côtiers	2012	21/08/2012 - 30/09/2012	Mesures préfectorales de restriction d'eau - Vigilance	

-

⁹⁵ Article de presse de Var-Matin - 18/07/2018 https://www.varmatin.com/environnement/penurie-deau-a-porquerolles-les-approvisionnements-se-poursuivent-deux-fois-par-iour-246866

les-approvisionnements-se-poursuivent-deux-fois-par-jour-246866

Bassin versant de fleuves côtiers ouest (notamment Grand Vallat, Reppe, Las, Eygoutier, Gapeau, Maravenne, Batailler, Vieille, Fenouillet, Bourrian, Giscle, Préconil): Bandol, Le Beausset, Belgentier, Bormes-les-Mimosas, La Cadière-d'Azur, Carnoules, Carqueiranne, Le Castellet, Cavalaire, Cogolin, Collobrières, La Crau, La Croix-Valmer, Cuers, Evenos, La Farlède, La Garde, Gassin, Grimaud, Hyères, Le Lavandou, La Londe-les-Maures, Méounes-les-Montrieux, La Môle, Ollioules, Pierrefeu, Pignans, Plan-de-la-Tour, Le Pradet, Puget-Ville, Ramatuelle, Le Rayol-Canadel, Le Revest-les-Eaux, Sanary-sur-Mer, La Seyne-sur-Mer, Signes, Six-Fours-Les-Plages, Solliès-Pont, Solliès-Toucas, Solliès-Ville, Saint-Cyr-sur-Mer, Saint-Mandrier-sur-Mer, Saint-Tropez, Sainte-Maxime, Toulon, La Valette-du-Var.

⁹⁷ http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/public/carteDep.jsp

⁹⁸ http://hyeres.fr/actus/maisons-endommagees-par-la-secheresse-de-lete-2017

⁹⁹ https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2018/9/18/INTE1824834A/jo/texte

La sécheresse sur l'île de Porquerolles

L'île n'est plus indépendante du continent pour son approvisionnement en eau depuis 2004, suite à l'été caniculaire et la sécheresse de 2003.

La capacité des nappes phréatiques de Porquerolles (La Courtade, Notre-Dame, la Ferme et Le Brégançonnet) ne suffit plus à la consommation annuelle de l'île qui se situe entre 100 000 et 125 000 m3, du fait des jours de pointe à 800m3 en été, contre 80 m3 en hiver. Le niveau des nappes ne doit pas être inférieur à 30 cm pour éviter le remplissage de celles-ci par l'eau de mer (phénomène du biseau salé). Onze compteurs vérifient automatiquement le niveau toutes les 6 min. En cas de dépassement, il est demandé aux plus gros consommateurs de l'île de diminuer leur consommation, comme cela s'est fait pour une dizaine d'entre eux en 2017.

Ainsi pour maintenir l'équilibre de la nappe et pour répondre aux besoins supplémentaires d'eau en été, un bateau-citerne, le Saint-Christophe, apporte du continent à grands frais environ 40000 m3 par an, envoyés par le réseau courant vers le château d'eau de Ste Agathe. L'été 2017, l'alerte sécheresse a nécessité deux rotations par jour et des mesures de limitation de la consommation d'eau. Ces mesures ont permis de faire baisser la consommation à 117000 m3 en 2017 par rapport à 129000 m3 en 2016. Cela représente environ 2,4% de l'eau consommée par la commune de Hyères. 100

La Mairie d'Hyères a lancé la procédure pour la réalisation d'une canalisation sous-marine qui devrait être mise en service en 2020. Mais cette solution doit être complétée par des mesures de maîtrise de la consommation d'eau par tous les acteurs de l'île et par des améliorations du remplissage des nappes phréatiques.

http://www.porquerolles-patrimoine.fr/numerises/PQinf4.pdf

Annexe 15

La réglementation de la plongée sous-marine sur le territoire du Parc national



Dans un souci partagé d'assurer la pérennité d'un milieu naturel, culturel et paysager d'exception et d'une activité de plongée de découverte, de reconnaissance et de contribution à la gestion patrimoniale des fonds marins, le Parc national de Port-Cros, d'une part, les plongeurs individuels, les structures de plongée et les fournisseurs de supports de plongée signataires, d'autre part, ont convenu des dispositions suivantes :

Article 1 : L'exercice de la plongée en scaphandre autonome dans les cœurs marins de Port-Cros et de Porquerolles du Parc national de Port-Cros est soumis à une autorisation délivrée par le Directeur de l'Établissement.

Article 2 : Cette autorisation est annuelle. Elle est délivrée aux plongeurs individuels, aux structures de plongée (associations, clubs sportifs, entreprises commerciales en nom propre ou sous forme sociale), aux fournisseurs de supports de plongée (associations, entreprises commerciales en nom propre ou sous forme sociale).

Article 3 : L'autorisation est conditionnée à la signature du présent règlement par le demandeur et à la transmission de l'état récapitulatif des plongées de l'année précédente avant le 1er mars de l'année en cours. Un modèle spécifique est fourni par le Parc national de Port-Cros pour chaque plongée (date, site, nombre de plongeurs, type) pour les structures et supports de plongée.

Article 4 : Le règlement précise les dispositions techniques suivantes

- interdire tout contact physique avec le substrat (parois, fonds) ou les espèces.
- interdire tout prélèvement ou destruction d'espèces.
- proscrire toute action de perturbation notamment par l'usage d'éclairages sous-marins et de matériels photo et vidéo.
- interdire tout nourrissage ou tout procédé attractif pour des animaux.
- faire obligatoirement usage d'un gilet stabilisateur pour éviter les palmages impactant la faune et la flore.
 pour les structures et les supports de plongée, informer et sensibiliser les moniteurs et les plongeurs sur la grande sensibilité des milieux 6. sous-marins et sur l'existence du présent règlement.
- interdire l'usage de scooter sous-marin.
- interdire tout rejet polluant.
- interdire toute production inappropriée de bruits en cœur de parc national par l'utilisation de la corne de brume pour la mise à l'eau et le rappel des plongeurs, ainsi que toute utilisation de compresseur non insonorisé à moteur thermique.

Article 5: Le nombre de plongeurs est limité sur chaque site, aménagé ou non, à quarante plongeurs maximum pouvant être simultanément en action de plongée. Dans tous les cas, les plongeurs évitent le croisement des palanquées. Les signataires doivent effectuer la mise à l'eau des plongeurs en respectant l'ordre d'arrivée sur le site et en s'imposant un intervalle de 15 minutes avec le dernier groupe immergé.

Article 6 : Sur Port-Cros, les plongées d'enseignement sont interdites sur tous les sites de la Gabinière, la pointe du Vaisseau et la pointe de la Croix, Sur tous les autres sites autorisés à l'enseignement, les palanquées éviteront les formations proches du coralligène.

Article 7: Pour toute plongée de muit, c'est à dire entre le coucher et le lever du soleil définis par référence à l'heure légale, il est impératif de prévenir le secteur concerné avant 19 heures (Port-Cros 04 94 01 40 70, Porquerolles 04 94 12 30 40 ou numéro d'urgence 06 31 87 94 01, ou par VHF (Canal 16)). Autour de l'île de Port-Cros, la plongée de nuit est uniquement autorisée dans le périmètre nord situé entre la pointe du Cognet et la pointe de Port-Man. Autour de l'île de Porquerolles, la plongée de nuit est interdite, excepté :

- dans la zone C: zone située sur une partie de la côte nord (Cap des Mèdes), dans la bande des 600 mètres à partir du rivage, et délimitée au Sud par la latitude 43°01.6008'N;
- sur l'épave du Cimentier (43°00.4550'N 006°09.6390'E).

Le nombre de plongeurs simultanément en action de plongée de nuit est limité à 20 par site.

Article 8 : Les dispositifs d'amarrage installés sur les sites de plongée sont réservés en priorité aux navires de plongée en scaphandre autonome (professionnel ou individuel) arborant le pavillon Alpha. Plusieurs navires peuvent s'y amarrer simultanément dans la limite de 3 navires. L'utilisation des dispositifs d'amarrage est réduite au temps nécessaire à la plongée et interdit aux navires de plus de 15 mètres.

Le Parc national rappelle que les spécifications techniques des bouées ne garantissent un amarrage sécurisé que pour des conditions de vent jusque force 7 Beaufort inclus. Selon le respect des bonnes pratiques d'amarrage, la bouée doit rester au contact de l'eau.

Les navires disposant d'une cabine ou d'un habitacle doivent équiper leurs amarres d'un système type diabolo (cône renversé) afin de prévenir la réinfestation des îlots de Port-Cros (Bagaud et Gabinière) par les rats.

La présence d'une personne à bord apte à manœuvrer le navire est très fortement conseillée mais pas obligatoire si les conditions suivantes sont respectées :

- 1. conditions de sécurité réunies (notamment météorologie : absence de vent, de houle, de courant en surface),
- 2. un affichage visible doit indiquer le nombre de personnes à l'eau et l'heure de sortie,
- 3. l'amarre doit avoir une longueur minimum de 5 mètres afin de faciliter l'amarrage d'autres navires de plongée,
- 4. le navire sur bouée doit être équipé sur l'un de ses flancs de deux défenses au minimum pour faciliter un éventuel accostage.

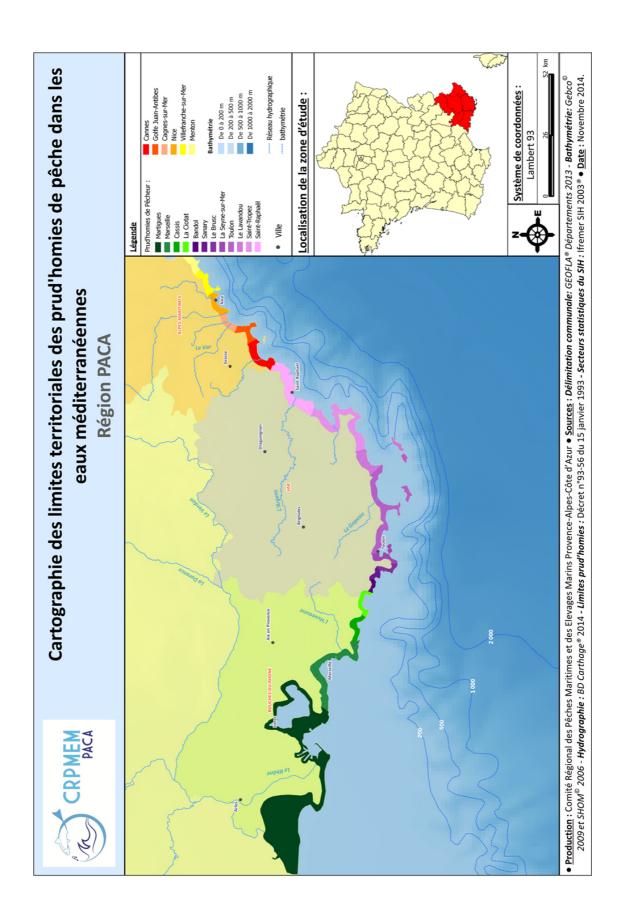
Article 9 : Pour être autorisés à plonger dans les cœurs marins du Parc national de Port-Cros, les plongeurs individuels ont l'obligation d'apposer sur leur navire, de manière visible, un autocollant qui sera remis lors de la signature du règlement. Cet autocollant est valide pour l'année civile en cour

Article 10 : Les signataires s'engagent à signaler au Parc national, notamment par téléphone (Port-Cros 04 94 01 40 70, Porquerolles 04 94 12 30 40 ou numéro d'urgence 06 31 87 94 01, ou par VHF (Canal 16)), toutes observations ou anomalies observées sur les sites (filets abandonnés, proliférations ou diminutions des populations d'organismes marins, dysfonctionnements d'usages, etc.).

Article 11: Les professionnels signataires s'engagent à rencontrer les responsables du Parc national annuellement pour évaluer l'application du présent

Article 12 : Le Parc national s'engage à diffuser les informations et supports pédagogiques dont il dispose et, à l'initiative des structures signataires, s'engage à soutenir la réalisation de documents d'information et de sensibilisation à la découverte du monde sous-marin dans les eaux du Parc national.

Annexe 16
Carte des prud'homies



Annexe 17
Prix de vente des espèces à la prud'homie des Salins

