

Parc national
de Port-Cros

Parc national de Port-Cros Adaptation au changement climatique : État des lieux et perspectives

2019



BRIJUNI
National Park



Projet co-financé
par le Fonds européen
de développement régional.

I. Introduction	p. 6
A. Objectifs du document « État des lieux et perspectives »	p. 7
B. Le Parc national de Port-Cros	p. 7
C. Le nouveau périmètre du Parc national de Port-Cros	p. 8
D. La Charte du Parc national de Port-Cros	p. 8

II. Le changement climatique sur le territoire du parc national de Port-Cros

A. Données climatiques générales	p. 12
• Les caractéristiques du climat méditerranéen	p. 12
• Comprendre le climat du passé pour mieux appréhender celui à venir	p. 12
FOCUS 1 : Les différents scénarios du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)	p. 13
B. Les modifications climatiques actuelles et à venir	p. 14
• L'élévation de la température de l'air	p. 14
• Les connaissances et suivis sur le territoire du Parc national	p. 15
• Les projections à l'échelle du territoire du Parc national de Port-Cros	p. 16
• Les évolutions en termes de précipitations, force des vents et sécheresse, humidité des sols	p. 16
• L'élévation de la température en mer	p. 17
• Suivi de la température en mer dans le parc national de Port-Cros	p. 18
• Les évolutions en termes d'élévation du niveau de la mer, de salinité, d'acidification et de tempêtes	p. 20
• Le changement climatique pourrait-il impacter les courants en Méditerranée ?	p. 21

III. Les vulnérabilités liées au changement climatique sur le territoire du Parc national de Port-Cros

A. Sécheresse de la végétation	p. 24
B. Augmentation du risque et de la propagation des incendies	p. 25
• Incendies sur le territoire du Parc national en 2017	p. 25
C. Le recul du trait de côte et l'érosion des plages et du littoral	p. 26
D. Vulnérabilités des zones humides	p. 29
E. L'herbier de Posidonie	p. 30
• Le rôle essentiel de l'herbier de Posidonie	p. 31
F. Vulnérabilités du coralligène	p. 32
FOCUS 2 : Les Gorgones blanches	p. 32
G. Apparition de nouvelles espèces sur terre et en mer	p. 32
FOCUS 3 : Les espèces exotiques envahissantes	p. 33
H. Les phénomènes de blooms	p. 34
FOCUS 4 : Vulnérabilités des cétacés	p. 35

IV. Impacts du changement climatique sur les activités socio-économiques du territoire du Parc national de Port-Cros

- A. Les effets sur la pêche professionnelle et la plongée p. 38
- B. Les effets sur le tourisme p. 38
- FOCUS 5.** Aquifères littoraux et intrusions marines p. 39

V. Les suivis, études, projets et mesures de gestion en lien avec le changement climatique

- A. La Stratégie scientifique du Parc national de Port-Cros p. 42
- B. Quelques exemples de projets du Parc national en lien avec le changement climatique p. 44
- La réserve intégrale de Bagaud p. 44
 - La zone ressource de Porquerolles p. 44
 - L'Observatoire de la biodiversité et des usages marins littoraux p. 44
 - Suivi de placettes forestières p. 44
 - La gestion des massifs forestiers pour la prévention du risque incendie p. 45
 - La gestion des plages p. 46
- C. Règlementation des activités socio-économiques p. 47
- D. Focus sur certains projets portés par les communes et les collectivités p. 48

VI. Perspectives et propositions d'actions p. 52



Introduction





Photo : Catherine Drouard

Introduction

La Méditerranée, un laboratoire d'observation pour le changement climatique

Pour le siècle à venir, la mer Méditerranée va constituer un véritable laboratoire sur la problématique du changement climatique. Pourquoi ? Parce qu'elle présente des caractéristiques particulières : une mer petite, quasi fermée, ce qui la rend

plus sensible aux variations de pH et de température et une position géographique qui l'expose à la sécheresse comme aux vents puissants. On y trouve également une très grande biodiversité marine, littorale et terrestre. Elle représente 0.7 %

de la surface des océans et 27 % d'espèces endémiques⁽¹⁾ marines et côtières y vivent. C'est par ailleurs un littoral très peuplé et urbanisé où la répartition des ressources est inégale.

Pour l'ensemble de ces caractéristiques, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) estime que « la région méditerranéenne serait particulièrement affectée par le changement climatique ».

Les milieux littoraux, marins et insulaires, particulièrement vulnérables, vont être soumis à des changements profonds dont les conséquences se dessinent peu à peu sur les espaces naturels, mais aussi sur l'homme et ses activités.



Le Parc national de Port-Cros : territoire sentinelle et site d'étude privilégié

Depuis plus de 50 ans, le Parc national de Port-Cros a pour mission de protéger les espèces, les milieux, les paysages ainsi que le patrimoine culturel de son territoire.

Il développe des initiatives autour de la connaissance et du suivi de ces patrimoines, de la sensibilisa-

tion du public, mais aussi du développement local et durable.

Depuis plusieurs années déjà, il étudie les effets du changement climatique à travers différentes campagnes d'observation et projets de recherche.

Le territoire du Parc, national par sa situation géographique et ses caractéristiques singulières constitue un site sentinelle privilégié pour l'étude du changement climatique et la résilience⁽²⁾ des écosystèmes en Méditerranée.

En se dotant d'un document « État des lieux et perspectives » sur cette problématique, le

Parc national de Port-Cros souhaite renforcer ses connaissances et ses actions afin de mieux anticiper,

lutter et s'adapter au changement climatique.

Bon à savoir :

(1). **Espèce endémique** : espèce animale ou végétale présente naturellement sur un territoire donné (qui peut être restreint).

(2). **Résilience** : résistance ou capacité de résister aux chocs, aux traumatismes.

A. Ce document répond à plusieurs objectifs :

Au niveau des connaissances et de la gestion :



- **Dresser un bilan** des connaissances acquises par le Parc national et ses partenaires sur le changement climatique et ses effets sur les écosystèmes et les activités humaines.



- **Renforcer et mettre en relation** ces connaissances avec les études et projets en cours. Développer une stratégie qui permette d'être force de propositions pour des actions d'anticipation, de lutte et d'adaptation au changement climatique.



- **Structurer les actions.** Le Parc national s'appuie en effet sur un outil de gestion : la Charte (Voir p. 6) qui comprend des objectifs en lien avec le changement climatique.

Le document « État des lieux et perspectives » permettra de structurer et préciser les objectifs de la Charte sur ce thème.

Il pourra également servir de base aux cinq communes qui ont adhéré à la Charte pour développer et mettre en avant des actions en lien avec le changement climatique.



- **Travailler en réseau.** Ce document s'inscrit dans un réseau de plans d'action rédigés par des Aires Marines Protégées (AMP) de Méditerranée impliquées dans le projet européen MPA-ADAPT qui porte sur la résilience et l'adaptation au changement climatique.

Au niveau de la communication et de la sensibilisation :

- **Développer des outils.** Ce document constitue un outil de communication et de sensibilisation sur la question du changement climatique.

B. Le Parc national de Port-Cros

La création d'un parc national vise à protéger un patrimoine naturel, culturel et paysager exceptionnel, dont la composition est déterminée en partie par certaines activités humaines respectueuses des espaces naturels qui concourent au caractère du parc, tout en prenant en compte la solidarité écologique entre les espaces protégés du cœur et les espaces environnant concernés par une politique de protection, de mise en valeur et de développement durable.

Créé en 1963, le Parc national de Port-Cros se situe en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans le département du Var. Il est le plus ancien parc marin en Europe.

Sa vocation première fut de gérer **l'île de Port-Cros** et ses espaces marins.

Ses missions se sont ensuite étendues à la gestion des terrains de l'État et du Conservatoire du littoral sur **l'île de Porquerolles** ; la gestion de terrains du Conservatoire du littoral sur la **presqu'île de Giens et au Cap Lardier**, l'animation et la rédaction des documents d'objectifs de trois sites **Natura 2000** :

la Rade d'Hyères, les Îles d'Hyères ainsi que les Salins d'Hyères et des Pesquiers.

Le décret du 4 mai 2012 ⁽¹⁾ a lancé une période de concertation de plusieurs années avec les acteurs locaux afin de proposer un agrandissement du territoire du Parc.

A l'issue de cette période de concertation, qui s'est achevée en juillet 2016, le Parc national de Port-Cros a été réformé en profondeur.

Pour aller plus loin :
Natura 2000



Arrêté du 23 février 2007 sur les « principes fondamentaux » applicables à l'ensemble des Parcs nationaux français.

(1). Issu de la Loi du 14 avril 2006 relative aux Parcs nationaux, aux Parcs naturels marins et aux Parcs naturels régionaux.

C. Le nouveau périmètre du Parc national de Port-Cros

Aujourd'hui, le Parc national de Port-Cros comprend : (Figure 1)

- **Deux « cœurs » (1 700 ha)** espaces de protection et d'accueil du public, constitués de l'île et des îlots de Port-Cros, des espaces naturels propriété de l'Etat de l'île Porquerolles, **ainsi que la frange marine des deux îles** jusqu'à une distance de 600 mètres, **dénommés « cœurs marins »** qui représentent une surface de **2 900 ha en mer**.

Les cœurs de parc national, où les activités humaines sont règlementées, constituent des espaces de protection. Ce sont aussi des territoires de référence scientifique, d'innovation, de sensibilisation et d'anticipation, notamment en termes de changement climatique.

- **Une « aire d'adhésion »** : le 1^{er} juillet 2016, un arrêté du préfet de région a acté ce nouveau périmètre comprenant l'aire maritime adjacente et celui de l'aire d'adhésion (11 191 ha) **qui intègre les cinq premières communes signataires de la Charte du Parc national de Port-Cros : Hyères, La Croix Valmer, La Garde, Le Pradet et Ramatuelle**.

Dans l'aire d'adhésion, où le Parc national n'exerce pas de pouvoir règlementaire, les acteurs locaux peuvent développer des projets en collaboration avec les équipes du PNPC.

- **Une « aire maritime adjacente »** réplique en mer de l'aire d'adhésion, qui couvre l'espace jusqu'à 3 milles marins (5.5 km) au sud des îles d'Hyères, soit **123 000 ha en mer**.

Le Parc national peut, sous l'autorité du préfet maritime, y développer des partenariats avec les acteurs du milieu marin (pêcheurs, plongeurs, plaisanciers, etc.) pour faire évoluer les pratiques autour d'un objectif commun : préserver le patrimoine naturel.



D. La Charte du Parc national de Port-Cros

Fruit d'un travail collectif entre tous les acteurs du territoire, la Charte du Parc national a pour objectif principal de donner un cadre, une ambition et une cohérence globale aux politiques locales de protection, d'aménagement et de développement durable. Elle définit pour cela des ambitions, des objectifs et détermine des mesures à prendre afin d'atteindre ces objectifs.

Des éléments relatifs au changement climatique ont été pris en compte dans la Charte ainsi que dans sa première déclinaison opérationnelle, le programme triennal d'action 2017-2019.

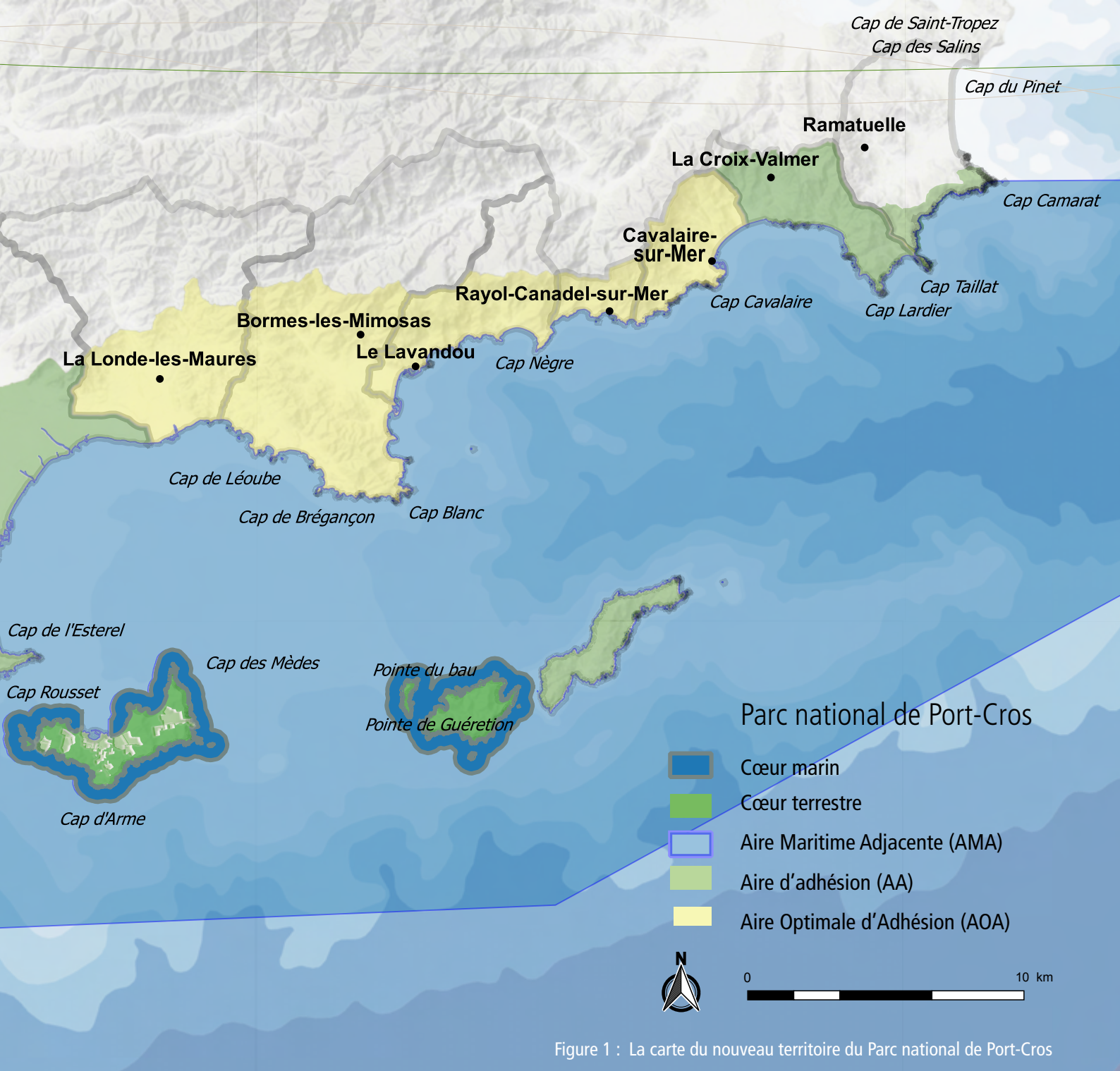


Figure 1 : La carte du nouveau territoire du Parc national de Port-Cros

La Charte du Parc national de Port-Cros s'articule autour de six ambitions :

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.

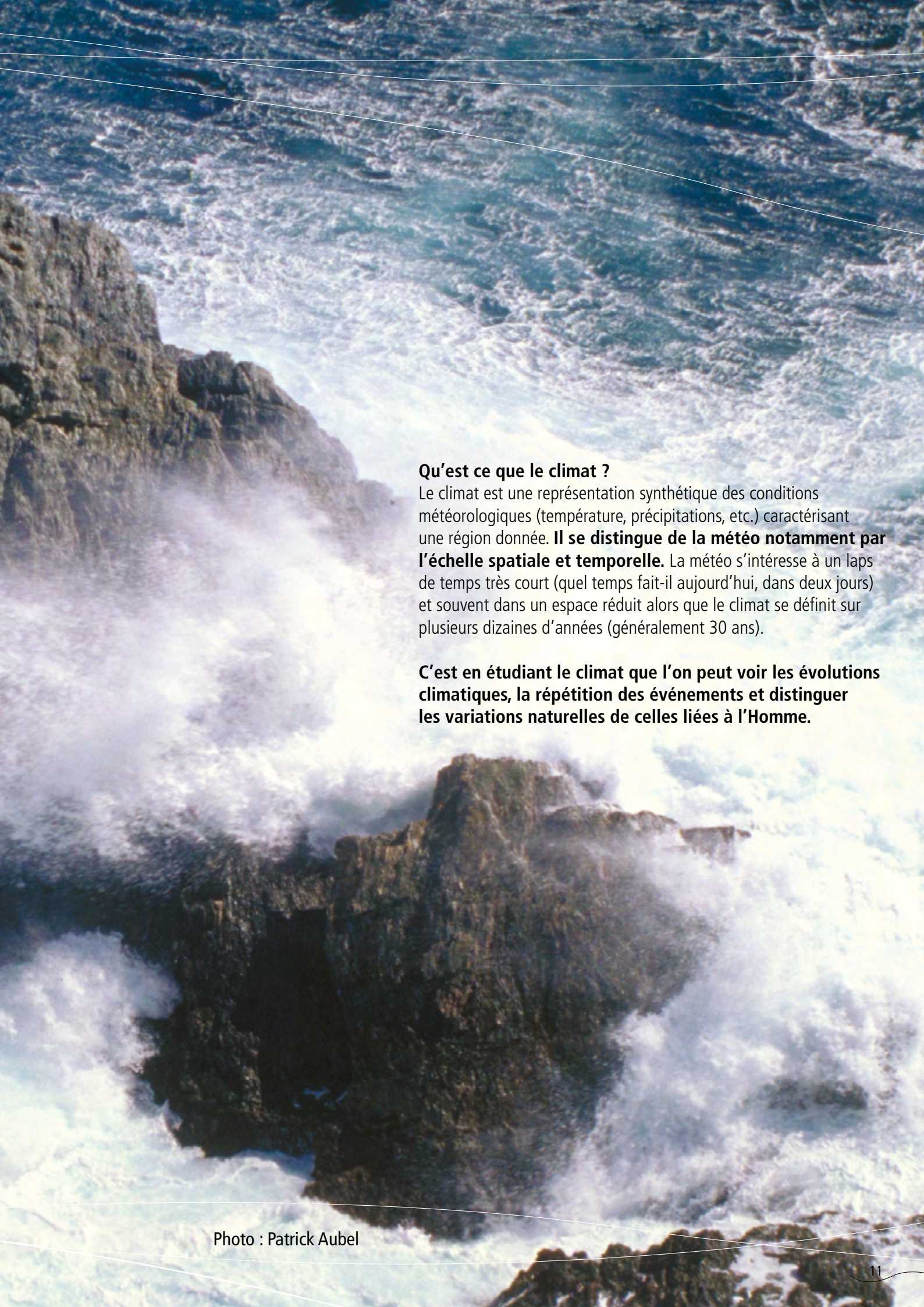
Ambition 6 : Développer une approche intégrée terre/mer par une coopération renforcée, une articulation des outils et une solidarité d'action entre acteurs.

Pour aller plus loin :

> le programme triennal d'action 2017-2019

> L'essentiel de la Charte

Le changement climatique sur le territoire du Parc national de Port-Cros



Qu'est ce que le climat ?

Le climat est une représentation synthétique des conditions météorologiques (température, précipitations, etc.) caractérisant une région donnée. **Il se distingue de la météo notamment par l'échelle spatiale et temporelle.** La météo s'intéresse à un laps de temps très court (quel temps fait-il aujourd'hui, dans deux jours) et souvent dans un espace réduit alors que le climat se définit sur plusieurs dizaines d'années (généralement 30 ans).

C'est en étudiant le climat que l'on peut voir les évolutions climatiques, la répétition des événements et distinguer les variations naturelles de celles liées à l'Homme.

Le changement climatique sur le territoire du Parc national de Port-Cros

A. Les données climatiques générales

Les caractéristiques du climat méditerranéen

Le territoire du Parc national est soumis à un climat de type méditerranéen qui l'expose à des épi-

sodes de sécheresse estivale, occasionnant notamment des risques d'incendie et des périodes de fortes précipitations en automne qui peuvent engendrer des inondations.

Ces caractéristiques vont se voir renforcées avec le changement climatique.

Comprendre le climat du passé pour mieux appréhender l'avenir

Le cadre général du climat se traduit par une alternance de périodes glaciaires et interglaciaires, qui repose sur des paramètres naturels. Notre civilisation s'est développée au

cours du 30^{ème} interglaciaire (commencé il y a plus de 10 000 ans). La Terre y a connu des variations climatiques qui ont façonné les paysages et plus récemment les civilisations. Des indicateurs, comme des fossiles liés à la flore, permettent de reconstituer le climat de la

région Sud PACA des 15 000 années passées. Ils révèlent que les variations annuelles estivales ont seulement évolué de $\pm 1^\circ \text{C}$ jusqu'à 4 000 ans avant notre ère, et que la région a ensuite connu plusieurs alternances de périodes chaudes et froides.

Ces alternances ont accompagné et contribué à des événements humains et politiques majeurs comme le déclin de l'empire romain à la fin du 4^{ème} siècle pendant une mini période glaciaire, le printemps glacial de 1626 qui a entraîné une terrible famine en Europe ou la canicule de 1719 occasionnant des centaines de milliers de morts.



Les îles de Port-Cros et du Levant sont apparues il y a 12 000 ans (fin de la période glaciaire) et l'île de Porquerolles il y a 9 000 ans, à la suite d'une remontée des eaux de plus d'une centaine de mètres en 10 000 ans.

Bagaud, Port-Cros et le Levant (Source : Philippe Robert)

Ces données fondamentales nous montrent que la Terre a connu des phénomènes climatiques intenses par le passé et jusqu'à récemment (petit âge glaciaire au 19^{ème} siècle) mais aussi que nous sommes actuellement dans une période de réchauffement naturel.

Un constat sans appel : l'accélération des phénomènes

Pourtant, ces évolutions naturelles n'expliquent pas à elles seules les modifications climatiques observées et attestées par plus de 2 500 scientifiques du GIEC. C'est bien l'Homme et les rejets de gaz à effet de serre anthropiques qui ont pris

le pas sur les paramètres naturels, accélérant le processus. Ainsi, nous sommes aujourd'hui face à des évolutions climatiques que la civilisation humaine n'a encore jamais connues.

FOCUS I : Les différents scénarios du GIEC

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) assure, depuis 30 ans, une expertise sur l'évolution du climat, ses causes et ses impacts. Il est également chargé d'identifier les possibilités d'atténuation et d'adaptation. Aujourd'hui, cinq rapports, qui s'appuient à chaque fois sur de très nombreuses d'études ont été publiés.

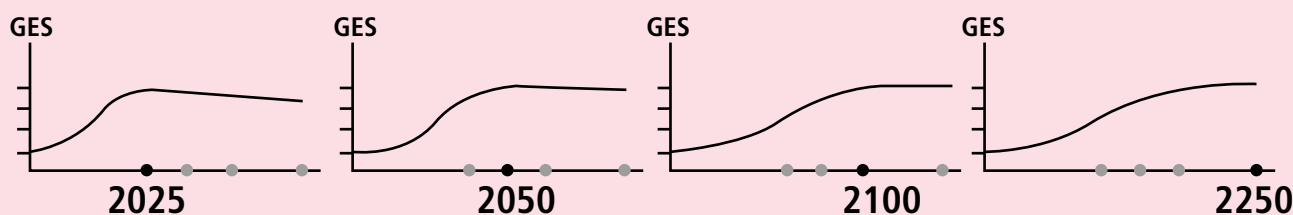
Le GIEC analyse des scénarios d'évolution : lors des premiers rapports, il s'appuyait sur des futurs possibles de nos sociétés et modes de vie jusqu'en 2100. Il s'agissait des scénarios, A2, B1, etc. (Tableau 1) qui étaient traduits en concen-

tration d'émission de gaz à effet de serre et ensuite en projection climatique. Lors de son dernier rapport, le GIEC a adopté une nouvelle méthodologie en étudiant directement 4 trajectoires d'émission et de concentration de gaz à effet de serre, baptisés RCP (« Representative Concentration Pathways » ou « Profils représentatifs d'évolution de concentration ») (Tableau 1). Sur cette base, les scénarios climatiques et socio-économiques sont ensuite calculés. Cette nouvelle méthodologie doit notamment permettre de développer des politiques publiques plus robustes. Le dernier rapport propose également des projections

à plus court terme (2012-2035) et à très long terme (à l'horizon 2300).

En 2018, le GIEC a publié un rapport spécial sur les impacts d'un réchauffement climatique global de 1,5 °C (par rapport à 2 °C). Il met en lumière les différences significatives en termes d'évènements extrêmes, d'impacts sur la biodiversité, la sécurité ou encore la santé. Sur la base du rythme actuel, le seuil de 1,5 °C de réchauffement devrait être atteint dès 2040.

Pour aller plus loin :
pour en savoir plus sur le GIEC, consulter les résumés des rapports de 2014 et 2018.



Emissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

Température*
< à 2°C

RCP 2.6 :
Mise en place de politiques pour réduire les émissions de GES.

Température*
entre 1,1°C et 2,6°C

RCP 4.5 :
Pas d'initiatives supplémentaires concernant le climat.

Température*
entre 1,4°C et 3,1°C

RCP 6 :
Pas d'initiatives supplémentaires concernant le climat.

Température*
entre 2,6°C et 4,8°C

RCP 8.5 :
Pas d'initiatives supplémentaires concernant le climat.

nouveau scénario + pessimiste

Scénario B1 : Croissance économique avec beaucoup de services (information, communication) et développement de technologies économes en énergie et propres. Population qui atteint 9 milliards d'individus au milieu du siècle puis déclin.

A1B : Croissance économique très rapide. Utilisation à part égale de combustibles non fossiles et fossiles. Population qui atteint 9 milliards d'individus au milieu du siècle puis déclin.

A2 : Croissance économique très rapide. Développement de technologies économes en énergie très variable selon les régions. Population qui atteint 15 milliards d'individus à la fin du siècle.

Nouveaux scénarios

Correspondance avec les anciens scénarios

* : projection pour la période 2085-2100 par rapport à la période 1986-2005, à l'échelle mondiale

Tableau 1 : Description des différents scénarios du GIEC et correspondance avec les anciens scénarios (Parc national de Port-Cros sur la base des données Météo France).

B. Les modifications climatiques actuelles et à venir

Le document « État des lieux et perspectives » présente à la fois les modifications déjà observées sur la période 20^{ème} siècle - début 21^{ème} siècle et des projections pour le 21^{ème} siècle.

Cette première partie s'appuie sur des suivis et études à long terme,

et, fait état, quand cela est possible, des premiers résultats, qui attestent de modifications climatiques et d'impacts sur l'environnement du Parc national de Port-Cros et sur les activités.

C'est grâce à ces données sur le long terme et à une vision plu-

ridisciplinaire qu'il sera possible **d'affiner les hypothèses et déterminer quels rôles joue le changement climatique dans les modifications du territoire du Parc national et adapter ainsi les mesures de gestion.**

L'élévation de la température de l'air en région Sud PACA

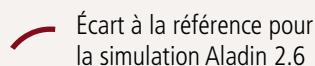
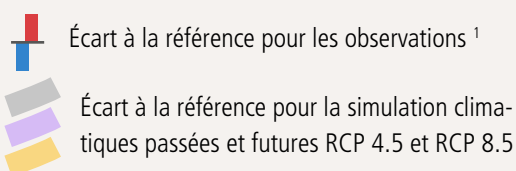
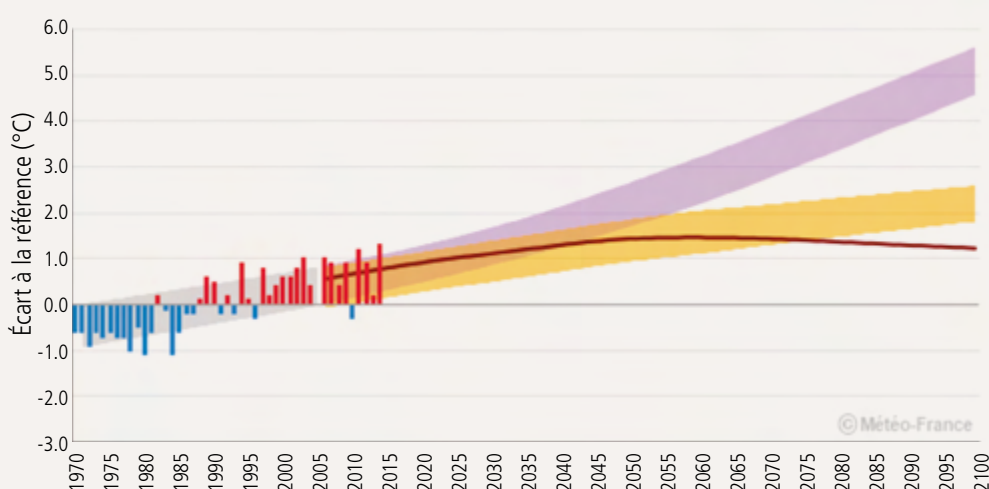
En région Sud PACA, on observe une augmentation nette durant ces cinquante dernières années : **proche de +0.3°C par décennie entre 1959-2009. avec une accélération depuis trente ans.**

Selon les scénarios du GIEC et compte-tenu des évolutions et caractéristiques de la région, **la température moyenne annuelle devrait augmenter d'environ + 1.9°C à 5.5°C** d'ici la fin du siècle (Figure 2). Les projections montrent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'en 2050, quel que soit le scénario.

Sur la seconde moitié du 21^{ème} siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère de façon nette selon le scénario.

Le seul scénario qui stabilise le réchauffement est celui qui intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂.
Sans politique climatique, le réchauffement pourrait dépasser les 4° voire 5°C d'ici 2100.

de
+ 4°C
 d'ici 2100
 Sans politique climatique



¹ Écart à la référence : différence entre la moyenne annuelle des températures et la moyenne des températures de 1970 à 2005.

Pour aller plus loin :
 Météo France HD :
 le Climat passé et futur.

Figure 2 : Température moyenne annuelle dans la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur : écart à la référence 1976-2005. Observations et simulations climatiques pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5. (Source Météo France).

Quels effets concrètement ?

Cette élévation de la température se traduira par des températures plus douces en hiver et des étés très chauds, avec des températures maximales beaucoup plus marquées. Dans l'hypothèse la plus pessimiste, le gel sera absent sur l'ensemble des zones littorales de la région et le nombre de jours où la température dépassera les 25 °C augmentera de 60.

Les connaissances et suivis sur le territoire du Parc national

Sur le territoire du Parc national de Port-Cros, sept stations météo relèvent quotidiennement la température, les précipitations, la direction et la force des vents.

Elles sont situées à Hyères : au Palvestre (1), sur l'île du Levant (1), à Porquerolles (1 au Sémaphore, 1 au Langoustier et 1 au lieu-dit la Pépinière) ; sur l'île de Port-Cros (1) et 1 sur la commune de Ramatuelle.

Les stations de La Pépinière et de Port-Cros sont gérées par le Parc national. Celle du Langoustier relève de l'Université de Toulon. Les quatre autres sont des stations Météo-France.

Depuis 1977, le Parc national de Port-Cros relève quotidiennement les températures sur l'île de Porquerolles. Sans constituer

une série longue aussi fiable statistiquement que les données Météo France, ces données présentent néanmoins des tendances similaires à celles constatées à l'échelle de la région (Figure 3). Les températures sont en augmentation depuis plusieurs décennies.

Evolution des températures moyennes annuelles de 1977 à 2017 - Porquerolles - Station du Parc national de Port-Cros

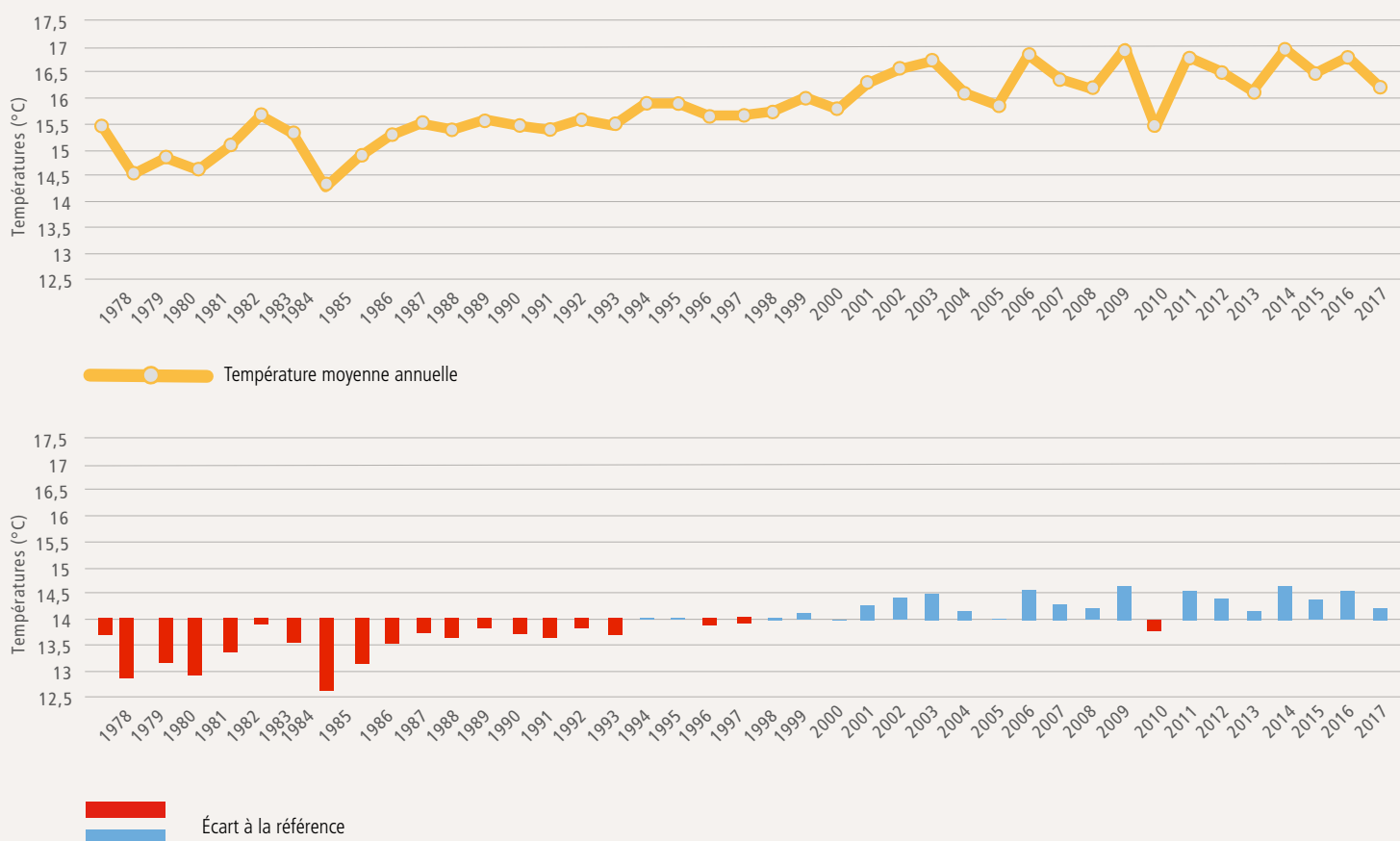


Figure 3 : Représentation graphique des températures moyennes annuelles de la station météo de la Pépinière à Porquerolles (Source : Parc national de Port-Cros).

Les projections à l'échelle du territoire

Le bureau d'études GéographR a élaboré des cartes de projections climatiques sur le territoire du Parc national de Port-Cros (Figures 4 et 5) en travaillant sur des données de terrains (stations météorologiques), des données satellites et des modèles prédictifs.

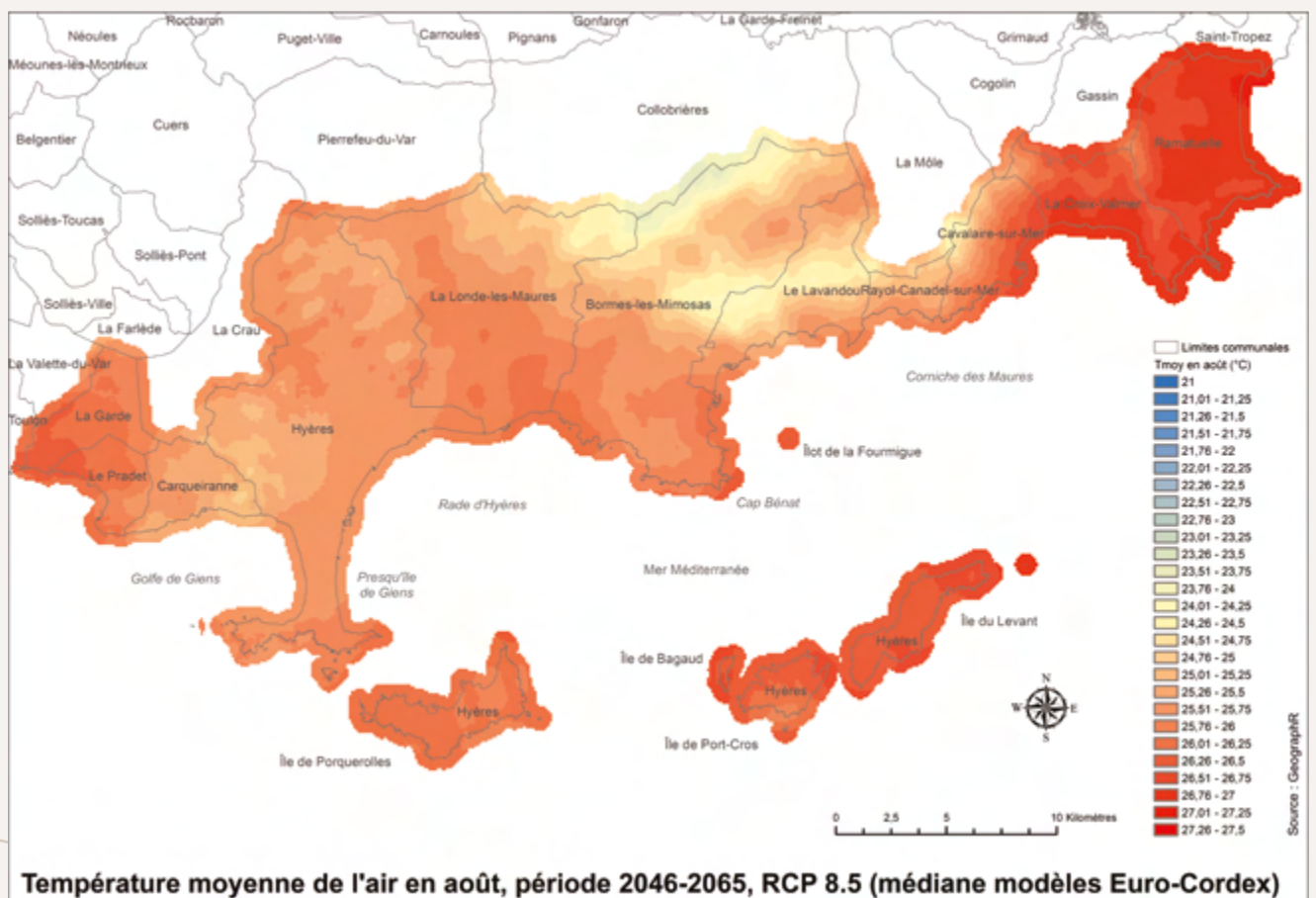
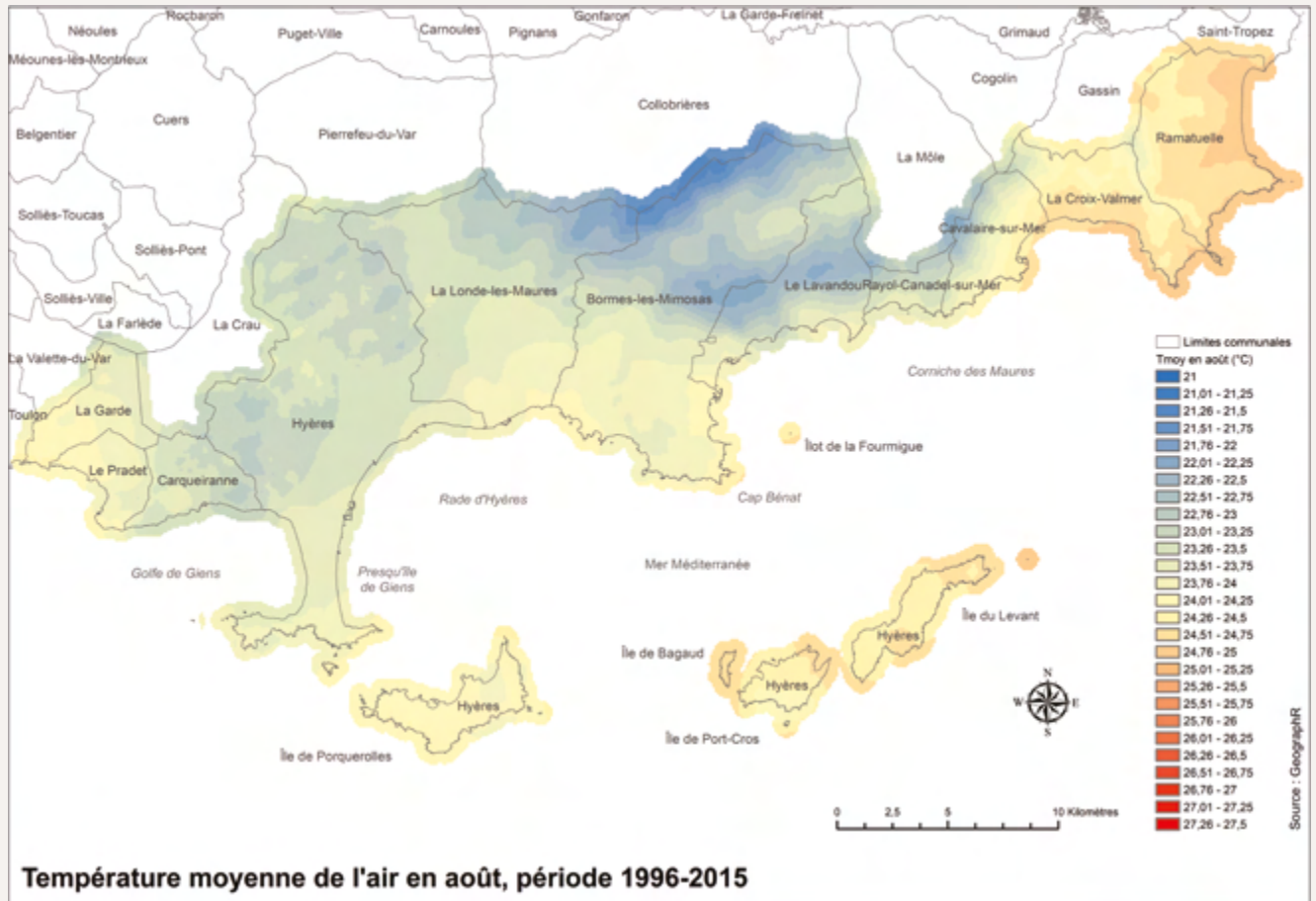


Figure 5 : Projection de la température de l'air en août entre 2046 et 2065 sur la base du scénario le plus pessimiste du GIEC : RCP 8.5 (Source : GeographR, AirClimat/GREC-SUD).

Ce que les suivis, études et analyses des données permettent d'observer et prévoir en région Sud PACA



Les précipitations

Selon les premières prédictions, il faut s'attendre à une baisse des précipitations en été et en hiver, et à des épisodes de pluies plus intenses à certaines périodes de l'année pouvant entraîner des crues importantes (Figure 7) et des risques d'inondations.



La force des vents

Concernant les vents, l'analyse des données ne montre pas d'évolution significative, même s'il est admis qu'il y a un risque d'augmentation du nombre d'épisodes de vents intenses sous la forme de dépressions de type « mediane » (ouragan de faible intensité ou de faible taille). À l'échelle locale, les usagers du territoire signalent des évolutions des vents depuis plusieurs décennies.



La sécheresse et l'humidité des sols

L'analyse des données régionales montre une hausse des sécheresses et des pics de sécheresse depuis 1959 qui se produisent été comme hiver.

Pour le 21^{ème} siècle, un assèchement des sols est attendu toute l'année.

La période de sol très sec devrait être plus longue (passant de 2 mois et demi à 4 mois), commençant plus tôt au printemps et se poursuivant en hiver. En se basant sur le scénario le plus pessimiste, **la situation moyenne de l'humidité des sols pourrait ressembler aux situations actuelles extrêmes de sol sec en fin de siècle.**



Figure 6 : Tempête d'Est
(Source L. Nédélec).



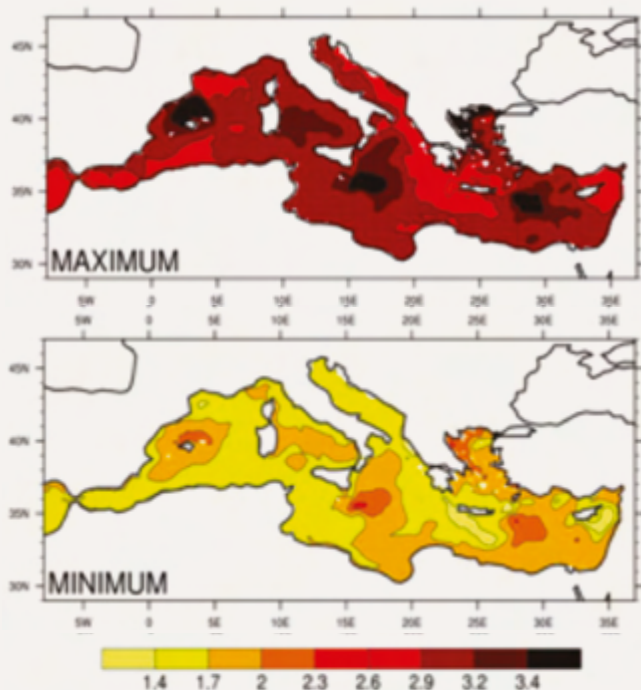
Figure 7 : Le Gapeau en crue (Source C. Gérardin).

L'élévation de la température en mer

Une étude réalisée en 2015, prenant en compte les caractéristiques hydrographiques régionales sur la période 2001-2099, montre

une augmentation de la température en Méditerranée (Figure 8) d'ici 2100 allant de 2 °C - scénarios les plus optimistes - à 4 °C -

pour les plus pessimistes.



**+2°C
à
4°C
d'ici 2100**

Élévation
de la température
de la mer

Pour aller plus loin :

Nouveaux scénarios d'évolution pour la mer Méditerranée à la fin du siècle.



Figure 8 : Évolution des températures de surface (en °C) à la fin du 21^{ème} siècle (par rapport à la fin du 20^{ème} siècle) estimées par un ensemble de six simulations (Source : Adloff et al., 2015).

Suivi de la température en mer dans le Parc national de Port-Cros

Plusieurs suivis de la température en mer, à différentes profondeurs, sont réalisés sur le territoire du Parc national et ce depuis 1999 à Port-Cros.

Ce suivi s'inscrit désormais dans le réseau T-MedNet qui centralise et coordonne des suivis de température en Méditerranée (Figure 9). Les données recueillies jusqu'en 2006 ont été analysées et comparées. La comparaison des températures montre une élévation de la température de 0.5 à 0.8° C. Trois années (1999, 2003 et 2006) ont également été identifiées comme particulièrement chaudes à Port-Cros en été et au début de l'automne.

En 1999, à Port-Cros, la faible fréquence et des périodes courtes de Mistral ont maintenu des tem-

pératures élevées (près de 23 °C en surface et des pics à 25.5°C) et stables sur une longue période jusqu'à 40 m de profondeur.

En 2003, les températures de surface ont atteint des records – avec des pics de 27 °C à 10 m de profondeur – mais sur plusieurs périodes courtes (Figure 9).

Une anomalie de température a également été observée en 2006 (épisode de canicule).

En 1999 et 2003, ces températures élevées ont été mises en corrélation avec des épisodes de mortalité d'espèces marines comme les gorgones.

Des analyses des données 2017-2018 seront bientôt disponibles, mais nous savons déjà que des températures très élevées ont été relevées en 2018.

2003 :
Pic de 27°C
à 10 m de
profondeur
sur plusieurs
périodes courtes

sur plusieurs
périodes courtes

2018 : 28°C
en surface au
Sud de
Porquerolles
en août



Figure 8 B : Sites de suivi du réseau T-MedNet

Pour aller plus loin :
Site du Réseau T-MedNet

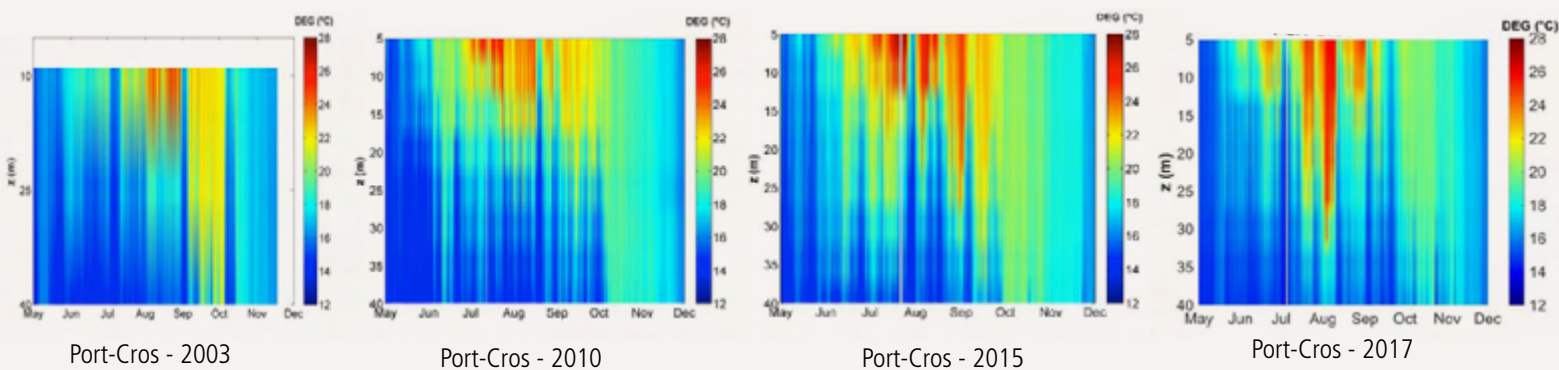


Figure 9 : Relevé de la ligne de thermographes de Port-Cros (5-40 m de fond) pour les années 2003, 2010, 2015 et 2017. Les années 2003 et 2015 ont été particulièrement chaudes en fin d'été et début de l'automne.

Le suivi de la température en surface et en profondeur représente un indicateur primordial dans la détection d'événements extrêmes qui pourraient entraîner des épisodes de mortalité chez des espèces sensibles au réchauffement et aux fluctuations climatiques.

Une autre installation, **appelée Antarès**, située au Sud de Porquerolles, mesure la température en profondeur (2 475 m) depuis 2009 et relève d'autres caractéristiques physiques (salinité et courants) et biologiques des eaux profondes.



L'élévation du niveau de la mer

Depuis les années 80, la mer est montée d'environ 2.6 mm par an dans la zone de Marseille. Il est difficile de faire des projections sur l'élévation du niveau de la mer en Méditerranée qui serait comprise entre 45 et 60 cm. Le phénomène s'accélérait autour des années 2040. À cela, il faut ajouter la fonte des calottes glaciaires, qui contribuera à augmenter l'élévation.



L'acidification de la Méditerranée

À 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. Les scientifiques alertent sur le fait que la vitesse de modification du pH n'a jamais été aussi élevée.



L'élévation du niveau de la mer sur le territoire du Parc national

Un réseau de capteurs de niveaux d'eau a été installé sur le territoire du Parc national (Réseau HTM-NET), deux sur le continent - au port de la Madrague et à La Capte (Hyères) les autres sur Port-Cros et Porquerolles. D'autres capteurs sont positionnés sur le littoral varois afin d'avoir une meilleure compréhension de la **dynamique littorale**.



Les tempêtes, houles et phénomènes de submersion

Comme observé au cours des dernières décennies, les inondations et épisodes de tempêtes devraient être plus fréquents et intenses (pluies torrentielles plus fortes) dans l'avenir.

Lors de tempêtes extrêmes, des phénomènes de surcôte se produisent fréquemment en raison de la hauteur des vagues, de la houle, du vent et des pressions atmosphériques basses. Les zones littorales sont alors exposées à la houle et peuvent être soumises à l'érosion et aux inondations.

Un houlographe est placé depuis 1992, au Sud de Porquerolles. Des hauteurs maximales de 10 m y ont déjà été enregistrées avec un pic isolé de 12 m.

Les simulations donnent plutôt une houle centennale de 8 à 9 m pour la zone.



La Salinité

Le changement climatique, avec l'augmentation de la température qui accroît l'évaporation, et la diminution des précipitations, pourrait augmenter la salinité de la Méditerranée. D'autres facteurs interviennent telle la réduction des flux des rivières.

La salinité, au niveau du pourtour méditerranéen français, devrait ainsi augmenter de 0.2 g/l à 0.8 g/l selon les scénarios.

Bon à savoir :

> Entrent dans la **dynamique littorale** : la circulation, les effets des upwellings et des downwellings, (phénomènes de remontée et redescente des eaux sous l'effet du vent), ainsi que des impacts associés aux événements météorologiques (houles, surcôtes).

> **Surcôte** : élévation extrême du niveau de la mer.

> **Centennale** : qui se produit, revient tous les cent ans.

Pour aller plus loin :

Réseau de houlographes : CANDHIS

Pour aller plus loin :

Réseau HTM-NET

Tempête hivernale dans le port de Port-Cros
(Source : Parc national de Port-Cros).

Le changement climatique pourrait-il impacter les courants en Méditerranée ?



En raison du climat sec à aride qui l'entoure, la Méditerranée perd plus d'eau (par évaporation) qu'elle n'en gagne (fleuves et précipitations). L'entrée d'eau atlantique par le détroit de Gibraltar vient combler le déficit en eau. Mais si l'eau s'évapore, le sel reste : la salinité de l'eau qui réside en Méditerranée augmente ainsi de l'ouest vers l'est - de même que sa densité. L'eau atlantique étant moins salée, et donc moins dense, elle va se propager en Méditerranée en restant superficielle, et par conséquent y déterminer le courant de surface. Tout au long de l'année, des méandres et des tourbillons perturbent ces courants qui sont donc très variables. Dans les parties nord, donc autour des îles d'Hyères, le courant est permanent (Courant Nord), juste un peu plus variable en période hivernale (méandres).



Les vents jouent aussi un rôle important. En hiver, les vents froids et secs comme le Mistral et la Tramontane vont refroidir l'eau de surface (d'origine atlantique), puis la mélanger avec les eaux méditerranéennes sous-jacentes, qui sont plus salées. Si les coups de

vent sont intenses, la diminution de température et l'augmentation de la salinité vont augmenter la densité de l'eau de surface à tel point qu'elle ne pourra plus s'y maintenir : l'eau va plonger jusqu'à des niveaux intermédiaires ou profonds (3 000 m), selon la rigueur de l'hiver. Ce processus de convection est essentiel au fonctionnement de la vie en Méditerranée, car il assure l'oxygénation des couches profondes et le mélange de la colonne d'eau : les sels nutritifs sont redistribués dans les couches superficielles, permettant ainsi au printemps le bloom planctonique (phytoplancton, puis zooplancton (définitions p. 34) et indirectement, la présence de grands cétacés comme le Rorqual commun.



En été, le soleil réchauffe la couche de surface, ce qui diminue sa densité. C'est donc toujours la même couche qui va être réchauffée, et un gradient de température (thermocline, bien connue des plongeurs) de 4 à 10°C se forme vers 15-20 m. En l'absence de coup de vent, la thermocline va descendre. Les profondeurs de 30 m peuvent atteindre des températures de 25°C pendant plusieurs jours. Si ces épisodes se prolongent, on parle de canicules marines qui aboutissent à des mortalités massives, comme pour les gorgones en 2003 (p. 32).

Les simulations des impacts de l'évolution du climat sur la température et la salinité, qui régissent les circulations horizontale et verticale des masses d'eau en Méditerranée, montrent que la température et la salinité vont augmenter. La circulation pourrait ralentir sans que le processus de convection (formation d'eau profonde) ne soit stoppé. Il reste cependant beaucoup d'incertitudes dans l'évolution des caractéristiques des eaux de l'Atlantique qui influent sur la circulation des masses d'eau et, indirectement, sur le processus de convection essentiel à la formation de plancton, base de la chaîne alimentaire en mer.

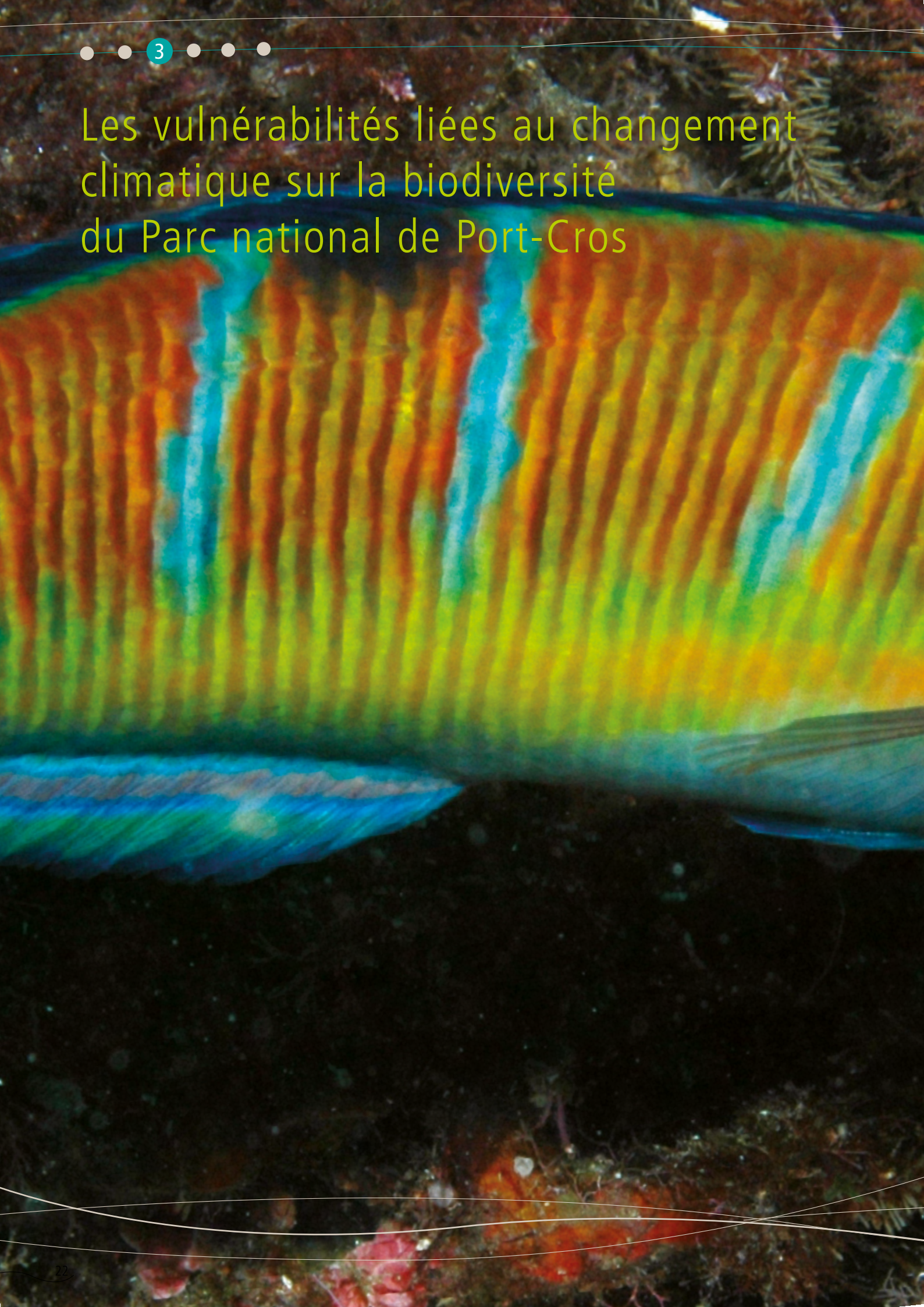
Pour aller plus loin :


Article des *Scientific Reports of Port-Cros National Park* sur les îles d'Hyères dans le système de circulation marine et atmosphérique de la Méditerranée.

Pour aller plus loin :

Le Groupe Régional d'Experts sur le Climat en Région Sud (GREC-SUD), qui a vocation à centraliser, transcrire et partager la connaissance scientifique sur le climat et le changement climatique en région Sud PACA, publie des cahiers thématiques présentant les connaissances et les principaux résultats de la recherche sous forme synthétique. Ces cahiers sont à destination des gestionnaires et décideurs du territoire. Ils sont disponibles via le site du GREC-SUD.

Les vulnérabilités liées au changement climatique sur la biodiversité du Parc national de Port-Cros





La girelle paon : originaire de Méditerranée méridionale, les premiers spécimens sont apparus dans les années 80 notamment grâce aux températures de plus en plus clémentes. On peut aujourd'hui l'observer assez fréquemment près de la surface, autour des rochers couverts d'algues où elle trouve sa nourriture.

Photo : Nicolas Barraqué

Les vulnérabilités liées au changement climatique sur la biodiversité du parc national de Port-Cros

Aujourd'hui, des effets du changement climatique sont déjà constatés sur les écosystèmes terrestres et marins du territoire du parc national de Port-Cros. Ces modifications sont présentées ci-dessous ainsi que les connaissances actuelles sur leur **vulnérabilité**. Dans certains cas,

les effets sont clairement identifiés, dans d'autres, ce sont des facteurs ou hypothèses. Il est également important de garder à l'esprit que d'autres pressions (pollutions, urbanisation, etc.) interviennent sur les milieux et se combinent.

Bon à savoir :

La vulnérabilité se définit comme la propension ou la prédisposition à être affecté de manière négative par les changements climatiques.

A. Sécheresse de la végétation

Au cours de l'été 2016, année particulièrement sèche, des phénomènes importants de dépérissement ont été observés sur les massifs de Porquerolles, surtout sur les Chênes verts (Figure 10). Dans les années à venir, les périodes de sécheresse seront plus importantes et longues. Aujourd'hui, les recherches scientifiques montrent que ces périodes provoquent un stress hydrique sur la flore. La taille des fruits et des graines peut diminuer. Les espèces les plus sensibles pourraient réduire leur saison de croissance.



Figure 10 : Observation de massifs qui apparaissent en état de sécheresse sur Porquerolles (Source : M. Couturier, PNPC).

C'est toute la physiologie du végétal qui se retrouverait ensuite bouleversée, pouvant causer sa mort dans certains cas. On note aussi une modification dans la décomposition de la litière et donc dans les espèces associées.

Les Chênes verts, lièges et les Pins maritimes risquent d'être les plus touchés.

À l'inverse, le Pin d'Alep pourrait bénéficier du réchauffement climatique.

D'autres éléments pourraient s'ajouter à la sécheresse : la pollution atmosphérique à l'ozone et les dépôts azotés qui affaiblissent la flore en général et l'arrivée de pathogènes, insectes qui seraient favorisés par le changement climatique.

Bon à savoir :

Pathogène : qui peut causer une maladie, (virus, parasites, bactéries, champignons).

Pour aller plus loin :

Observatoires d'études de la forêt méditerranéenne (OFME).

B. Augmentation du risque et de la propagation des incendies

La région Sud PACA possède des prédispositions certaines aux incendies qui, lorsqu'ils surviennent, détruisent près de 100 % de la flore et ont des répercussions graves pour la faune qui se retrouve piégée. Le changement climatique aura pro-

bablement comme conséquence de multiplier les journées à risque. Le nombre et l'intensité des incendies risquent d'augmenter, notamment lors d'années exceptionnelles - de plus en plus fréquentes - en termes de sécheresse et de Mistral.

Les stratégies de prévention et d'adaptation des modes de gestion de ces massifs seront primordiales dans les années à venir pour limiter ce risque.

Les incendies sur le territoire du Parc national de Port-Cros en 2017

Fin juillet 2017, un départ de feu s'est déclaré sur le territoire du Parc national, aux Cap Lardier et Cap Taillat, lors d'une journée classée noire pour le risque incendie.

Plus de 500 ha ont brûlé. Des espèces faunistiques et floristiques ont été très durement touchées (Figure 11). **35 tortues d'Hermann ont été trouvées mortes, et seulement 2 vivantes.**

À la suite de cet incendie, des mesures d'urgence se sont imposées : la fermeture du massif et du sentier du littoral pour raisons de sécurité, l'abattage prévu de plus de 2 400 arbres morts ou menaçant de tomber. Des fascines ont également été mises en place pour éviter les glissements de terrain.

En 2017, au total 138 feux ont eu lieu dans le Var, dont deux autres en été, à La Londe-les-Maures (1 400 ha brûlés) et à Hyères (450 ha).

Lors du départ de feu aux Caps Lardier et Taillat, 64 départs de feu ont été constatés dans la journée. Cette recrudescence de feux en 2017 s'explique en partie par des actes de malveillance et de négligence.

Cependant, les conditions météorologiques ont joué un rôle important dans la propagation de ces feux.



Figure 11 :

- 1) Le Cap Lardier après l'incendie (Source : A. Aboucaya, PNPC)
- 2) Tortue d'Hermann retrouvée brûlée sur le site du Cap Lardier (SOPTOM).


C. Le recul du trait de côte, l'érosion des plages et du littoral

Depuis plusieurs années, une érosion des plages et un recul du trait de côte de plus en plus inquiétant sont constatés sur le territoire du Parc national, si bien que certaines plages sont menacées de disparaître (Figure 12). Le phénomène est particulièrement marquant lors de fortes tempêtes (Figure 13) qui constituent, avec la montée de la mer, le principal risque de submersion et d'érosion des littoraux.



Figure 12 : Érosion le long du sentier du littoral (aux Vieux-Salins) (Source : C. Gérardin, PNPC).

Figure 13 : Érosion le long du sentier du littoral entre le port d'Hyères et les Pesquiers. (Source : C. Gérardin, PNPC).

Pour aller plus loin :  Retrouvez l'intégralité de la thèse de C. Brunel, 2010 [ici](#).

Une thèse de l'Université de Provence - Aix-Marseille, datant de 2010, s'est penchée sur le recul du trait de côte de 9 plages du territoire du Parc national de Port-Cros. Les constats sont les suivants :

- La vitesse de recul est variable dans le temps. Elle a été plus rapide pendant deux périodes de 1896 à 1924 et de 1977 à 1998.
 - Sur l'île de Porquerolles, la plage du Langoustier (plage Nord) est celle qui a connu le recul le plus important. Le recul a été non linéaire, très accentué sur la partie Ouest alors que la partie Est est restée relativement stable.
 - Pour les plages du continent, les plages de Léoube et du Grand Jardin ont connu, entre 1895 et 2008, le recul le plus important avec un retrait moyen de plusieurs centimètres par an.
- En 2019, dans le cadre d'un partenariat, le Parc national de Port-Cros et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) se sont associés pour la mise en place d'un suivi du trait de côte des plages et falaises de Port-Cros, Porquerolles et de certaines plages de la presqu'île de Giens. Certaines zones bien précises présentent un recul significatif. Il est important de mentionner que, au-delà de ce recul et d'indices d'érosion, l'expertise a permis de constater des indices de résilience des plages plutôt favorables. Plusieurs suivis des plages et falaises seront mis en œuvre, dès

cette année, par le Parc national afin de poursuivre l'acquisition de données sur le long terme.

Bon à savoir :
résilience écologique : capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver un fonctionnement, un développement et un équilibre dynamique normal après une phase d'instabilité engendrée par une perturbation.

Les scénarios prévoient une poursuite de l'érosion des plages. Dans le cadre de projets de recomposition du littoral, des études de plus en plus poussées s'intéressent aux effets cumulés de l'élévation du niveau de la mer, des tempêtes et de l'anthropisation pour étudier les modifications actuelles et futures des profils des plages.

C'est le cas à Hyères de deux plages, celle des Vieux Salins et celle de l'Almanarre, particulièrement touchées. Les gestionnaires et les collectivités suivent de très près la courantolo-

gie, la houle, les mouvements sédimentaires et les phénomènes d'érosion et de submersion marine.

Avec l'élévation du niveau de la mer et l'accentuation des phénomènes extrêmes (tempêtes) c'est tout un ensemble d'écosystèmes qui se retrouve menacé, comme les habitats et les espèces des plages et des arrière-plages.

À titre d'exemple, le Grillon maritime illustre bien la problématique de la survie d'espèces liées à des milieux menacés par l'élévation du niveau de la mer et par d'autres me-

naces comme l'anthropisation (voir ci-dessous). Des espèces comme l'Euphorbe des dunes (Figure 14) et le Panicaut de mer, représentatives des arrière-plages sont également concernées. Ces arrière-plages sont essentielles pour dissiper la houle, constituer des réservoirs de sable. Ce sont de véritables zones tampons qu'il faut protéger des autres pressions anthropiques comme le piétinement, les aménagements.

Ces espèces constituent des sentinelles du changement. Il est donc important d'assurer une veille de leur présence et de leur aire de répartition, en lien avec les prévisions d'élévation du niveau de la mer et la cartographie des habitats.

Il est important également de favoriser la naturalité de ces écosystèmes dont les fonctionnalités sont importantes, notamment dans les projets de recomposition ou d'aménagement du littoral et de proposer des solutions fondées sur la nature.

Bon à savoir :

> **L'anthropisation** est la transformation d'espaces, de paysages, d'écosystèmes ou de milieux semi-naturels sous l'action de l'homme.

> **Les solutions fondées sur la nature** : actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés. Ce concept cherche à travailler avec les écosystèmes plutôt que de compter uniquement sur des solutions conventionnelles de génie civil.



Figure 14a : Euphorbe des dunes
(Source : M. Gasquy, PNPC).

Avec l'élévation du niveau de la mer, des formations comme les trottoirs à Lithophyllum (formation d'algues en bas des falaises qui édifie des trottoirs au bout de plusieurs siècles, Figure 15) seront impactées. Elles ont besoin d'un niveau d'eau stable et seront submergées par la montée trop rapide de l'eau.



Figure 15 : Trottoir à Lithophyllum
(Source : G. Delaruelle).

Grillon maritime (*Pseudomogoplistes squamiger*)

C'est une espèce endémique des côtes de la Méditerranée septentrionale (Figure 16). Il vit en contact direct avec la mer, au niveau des roches, plages de sable et de galets présentant des accumulations de matériaux : feuilles de Posidonie, bois flottés, débris, etc.



Figure 16 : Grillon maritime (Source Telaorthoptera).

neuf espèces d'orthoptères identifiées comme les plus menacées en France car son habitat est soumis à de nombreuses menaces : nettoyage, construction de digues, scellement rocheux, etc. Et, depuis quelques années l'élévation du niveau de la mer pourrait impacter les plateformes rocheuses très favorables au Grillon maritime. Celles-ci pourraient être immergées fréquemment, voire même de façon définitive, ce qui serait très préoccupant pour l'espèce.

Une étude, réalisée en 2017 par le Parc national de Port-Cros, a permis de recenser de nombreux spécimens de cette espèce peu connue sur les îles d'Hyères, dans certains secteurs des Caps Bénat, Lardier et Tail-lat, ainsi qu'à l'extrémité de la presqu'île de Giens. L'espèce n'avait pas été observée depuis plusieurs décennies sur le territoire du parc national. On la trouve surtout dans les laisses de mer (son lieu de refuge et d'alimentation), à un niveau très rarement recouvert par la mer mais soumis aux embruns. Considérée comme une espèce rare et en forte régression, le Grillon maritime fait partie des

Pour aller plus loin :

Article sur le Grillon maritime dans les *Scientific Reports of Port-Cros National Park*.

D. Vulnérabilités des zones humides

Les zones humides littorales, telles que les Vieux Salins d'Hyères et les Salins des Pesquiers (Figure 17), seront de plus en plus soumises à des intrusions marines entraînant des remontées ponctuelles du niveau d'eau, une tendance à la salinisation et, à certains endroits, à une reconnexion entre lagunes et mer. Il faudra s'attendre à un remplacement des communautés animales et végétales et au déplacement des espèces liées aux eaux douces.



17



18a



18b

Figure 17 :
Le tombolo Ouest de la presqu'île de Giens et les Salins des Pesquiers représentent des sites de choix pour l'étude sur les vulnérabilités des milieux littoraux et humides.
(Source : C. Gérardin, PNPC)

Figure 18a :
Discoglosse sarde (à gauche)
(H. Bergère, PNPC)

Figure 18b :
Isoète de Durieu (à droite)
(A. Aboucaya, PNPC).

Les zones humides continentales, permanentes ou temporaires vont également connaître des assèchements de plus en plus importants et à l'inverse, des périodes de forts apports d'eau. Cela risque de modifier

l'écosystème de ces milieux. Des espèces floristiques comme l'Isoète de Durieu (espèce protégée) risquent d'être impactées (Figure 18b). C'est également le cas pour les amphibiens comme le

Discoglosse sarde, espèce protégée que l'on ne trouve que sur les îles d'Hyères, en Corse, en Sardaigne, et dans l'archipel toscan (Figure 18a).

E. L'herbier de Posidonie

Le Parc national de Port-Cros suit « l'état de santé » de l'herbier de Posidonie (*Posidonia oceanica*) (Figure 19) au travers des études sur l'impact du mouillage, la régression de l'herbier et veille à sa conservation en favorisant notamment le mouillage organisé.



Figure 19 : Herbier de Posidonie (Source : S. Ruitton)

Le Groupement d'Intérêt Scientifique pour l'environnement marin, GIS Posidonie, a mis en place, sur le pourtour méditerranéen, un suivi de la limite inférieure de l'herbier

Des balises pour mesurer le recul et l'état de l'herbier

Deux balisages de la limite inférieure de l'herbier ont aussi été installés à Port-Cros : en 2002 à la Palud, au nord de l'île et en 2006 au sud de l'île à 30 mètres de profondeur.

Côté nord, le recul de la limite de l'herbier depuis 2002 a été estimé à 2.2 m, avec une diminution de la profondeur de 1.1 m. L'état de vitalité de l'herbier (densité et re-

Deux facteurs principaux pourraient être responsables de cette régression : la présence de *Caulerpa cylindracea*, espèce exotique envahissante ; la North Atlantic Oscillation (NAO) est un processus climatique peu connu qui correspond à une alternance de temps secs et d'hivers doux (NAO positive), de pluies abondantes, de nébulosité et de débit des fleuves importants (NAO

de Posidonie, qui peut aller jusqu'à 40 m de profondeur.

Ce suivi porte notamment sur la tendance à la régression globale de l'herbier constatée depuis plusieurs

couvrement) en 2017 laisse présager une poursuite de la régression. Sur la face sud, une seule balise a montré une nette régression alors qu'ailleurs l'herbier est stable, voire en progression.

Actuellement, aucune cause unique n'explique ce recul au nord de Port-Cros et cette absence de régression au sud. Plusieurs facteurs, liés au changement global sont à prendre en compte. Entre 2002 et 2017, le

niveau marin est monté de 5 cm. Cette élévation ne peut cependant expliquer à elle seule le recul de la limite inférieure constaté à la Palud. En 2006, des thermographes ont été ajoutés aux balises. Depuis dix ans, des variations inter-annuelles sont observées notamment en été.

La poursuite de ce suivi et la comparaison des résultats avec d'autres sites permettront d'affiner les hypothèses et mieux comprendre le rôle joué par le changement global.

dizaines d'années. Il a pour objectif de mettre en lumière des facteurs expliquant cette régression. Le changement global représente une des causes possibles.

Cependant, aucune tendance significative liée à l'augmentation de la température sur le long terme n'a été constatée.

Pour aller plus loin :

Des sites donnant plus d'information sur la NAO :
www.ifremer.fr
www.futura-sciences.com

Bon à savoir : Matte de Posidonie

entrelacement de rhizomes (tiges souterraines) morts et de racines compactés par les sédiments.

Le rôle essentiel de l'herbier de Posidonie

L'herbier de Posidonie joue un rôle majeur tant du point de vue écologique qu'économique. C'est un producteur de matière végétale et d'oxygène, une zone d'alimentation et de reproduction. Il permet également de piéger la biomasse, d'amortir les vagues et de lutter contre l'érosion grâce aux banquettes de Posidonie.

Celles-ci contribuent à la formation des dunes d'arrière-plages qui jouent un rôle essentiel dans la résistance des plages aux tempêtes. Les mattes de *Posidonia oceanica* stockent également une quantité importante de carbone (Figure 20). L'herbier de Posidonie est aussi un bio-indicateur de la qualité des eaux et du milieu.



© M. Poulain - Parc national de Port-Cros

Figure 20a : Posidonie arrachée par une ancre.



Figure 20 : L'herbier de Posidonie, puits de carbone (G. Landrieu, 2013)

L'élévation des températures, l'acidification, la hausse du niveau de la mer, combinées à ces pressions (pollutions, mouillage, aménagements, etc.) pourraient à l'avenir fragiliser d'avantage cet habitat protégé, prioritaire au titre de Natura 2000 (Figure 20).

Sur le littoral méditerranéen français, le taux de régression de l'herbier est compris entre 4% et 16 %. La régression de l'herbier signifie une diminution du carbone stocké. A chaque m² d'herbier détruit ou impacté, c'est un peu de CO₂ qui se libère ou qui peut être remobilisé et restera dans l'atmosphère. Aujourd'hui, les principales menaces sont : les aménagements, la pollution, les ancres.

F. Vulnérabilités du Coralligène

Le Coralligène (Figure 22) est l'un des habitats les plus menacés par le changement climatique. Les espèces constituant cet écosystème (gorgones, coraux, éponges, etc.) sont très sensibles, notamment à la température ou au pH. Ces dernières années, les scientifiques ont constaté des épisodes de mortalité de masse chez ces espèces, liés à des anomalies de température. C'est notamment le cas pour les gorgones qui jouent un rôle essentiel dans l'écosystème. Chez les gorgones blanches, des études

ont montré qu'une exposition à des températures supérieures à 26 °C peut avoir des effets mortels. Les variations de pH peuvent quant à elles impacter des organismes comme les algues calcaires, certaines éponges et le corail rouge.

Au facteur climatique, s'ajoutent l'ancrage et les engins de pêche, la plongée, le braconnage. Un travail de recherche interdisciplinaire pourrait permettre de prédire l'apparition et la gravité de futurs épisodes de mortalité massive.

Figure 22 : Habitat Coralligène, tombant de Gorgones.

Ces modifications vont entraîner une atteinte à la biodiversité de l'habitat Coralligène, une modification des paysages sous-marins et des conséquences sur les activités de plongée.



© J-M. Mille

FOCUS 2 : Les gorgones blanches

Le réchauffement des eaux et les canicules marines peuvent provoquer la mortalité des espèces qui ne tolèrent pas des températures élevées. C'est le cas des éponges et des gorgones sur lesquelles ont été observés en Méditerranée, entre 1999 et 2006, des dysfonctionnements

du métabolisme, le développement d'agents pathogènes, voire des nécroses.

Le Parc national suit depuis plusieurs années plusieurs sites de Gorgones blanches, à Port-Cros, Porquerolles et Giens. Si la plupart des populations présente des den-

sités élevées et une faible fréquence de blessures, certaines ont été affectées à la suite de la canicule marine. Les plus impactées (Figure 23) sont celles situées à des profondeurs faibles, dans des zones de forts courants. Le stress thermique est alors plus important.



Figure 23 : Mortalité de Gorgones blanches constatée en 2019 à Giens (Source : GIS Posidonie).

G. Apparition de nouvelles espèces sur terre et en mer

Depuis plusieurs années, l'apparition et l'installation d'espèces sont constatées sur les côtes méditerranéennes françaises et notamment sur le territoire du parc national de Port-Cros.

Si aujourd'hui le facteur climatique n'est pas le seul en cause dans l'apparition et l'installation de ces espèces, il peut jouer un rôle prépondérant dans l'extension de l'aire de répartition de certaines espèces.

Bon à savoir
L'aire de distribution ou aire de répartition d'une espèce est la zone géographique où cette espèce est présente car les conditions lui sont favorables.

C'est le cas en mer de la Girelle paon, absente des inventaires réalisés à Port-Cros dans les années 80. Observée dès le début des années 90, elle présente 10 ans après une population relativement dense grâce à l'augmentation des températures.

Autre exemple d'espèces apparues dans les eaux de Port-Cros : le Baracuda (fréquent) ou la Rascasse de Madère (peu fréquent). L'accroissement d'espèces déjà présentes est aussi noté comme le Denti et le Mérou brun (présence de juvéniles chez ce dernier), qui bénéficient égale-

ment de mesures de protection. Des espèces ont également profité de l'action directe de l'Homme pour étendre leur aire de répartition.

Sur terre, la Tarente de Maurétanie, un gecko originaire d'Afrique du Nord (Figure 24), est aujourd'hui présente sur tout le pourtour ouest de la Méditerranée et à Porquerolles depuis moins de 30 ans. Introduite très certainement par l'Homme, elle pourrait bénéficier du changement climatique dans son expansion. De plus, elle s'accommode parfaitement de l'habitat urbain. Sur le territoire du parc national de Port-Cros,

elle pourrait entrer en compétition avec d'autres geckos autochtones, notamment l'Hémidactyle verruqueux. Chez les insectes, on note aussi des observations d'espèces en train d'étendre leur aire de répartition. Aujourd'hui, il est encore trop tôt pour savoir si le changement climatique joue un rôle.

Bon à savoir
espèce lessepsienne :
 espèce qui traverse le canal de Suez.

Figure 24 :
 Tarente
 de Maurétanie
 (Source : G.Cheylan).



Les deux espèces de poissons-lapins

Attention ! Ne pas confondre avec la saupe !



Figure 25 : les deux espèces de poissons lapins : ① poisson-lapin à queue tronquée ② poisson-lapin à ventre strié. À ne pas confondre avec la saupe ③, espèce indigène très commune de l'herbier de Posidonie.
 (Source : P. Francour).

En mer, on peut citer des espèces lessepsiennes comme le poisson flûte *Fistularia commersonii* et le poisson lapin (*Siganus sp.*). Inconnu ici il y a dix ans, il est désormais bien présent en Méditerranée orientale où deux « sous-espèces » se côtoient : le poisson-lapin à ventre strié *Siganus rivulatus* et poisson-lapin à queue tronquée *Siganus luridus* (Figure 25). Pour l'instant les observations sont ponctuelles en Méditerranée occidentale.

FOCUS 3 : Les espèces exotiques envahissantes

Le Parc national de Port-Cros est concerné par le développement d'espèces exotiques envahissantes. Il s'agit d'espèces dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques, économiques ou sanitaires.

- pour le domaine marin *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa cylindracea* ;
- pour le domaine terrestre : les griffes de sorcière *Carpobrotus spp* (Figure 26).

Aujourd'hui, s'il n'existe pas de lien avéré entre le changement climatique et le développement de ces espèces,



Figure 26 : Invasion de la flore littorale par la griffe de sorcière (Source : A. Aboucaya).

il faudra néanmoins être vigilant à l'avenir sur leur progression et sur l'arrivée de nouvelles espèces. Les espèces exotiques envahissantes sont en effet susceptibles de mieux s'adapter que les espèces natives, voire de bénéficier pour certaines des effets du changement climatique.

H. Les phénomènes de blooms

Les épisodes de blooms ou pullulation se définissent par une multiplication massive rapide et épisodique d'une espèce.

Le terme fut d'abord associé à la prolifération du **phytoplancton**. Depuis, on parle de blooms pour les pullulations des prédateurs associés de méduses, par exemple.

Sur les côtes méditerranéennes françaises, on observe des épisodes de fortes pullulations de la méduse urticante *Pelagia noctiluca* (Figure 27). Espèce la plus connue de Mé-

diterranée, elle se développe sous forme de blooms depuis 200 ans, mais sur des fréquences de plus en plus rapprochées depuis une dizaine d'années.

Les conséquences peuvent être multiples : prédatrices de larves et de poissons, elles peuvent affecter directement les populations **zooplanctoniques et ichtyofauniques** ou entrer en compétition avec les larves pour les nutriments.

Ces blooms de méduses pourraient entraîner l'arrivée ou le développe-

ment d'espèces prédatrices. Elles sont également susceptibles d'occasionner des impacts négatifs sur le tourisme et donc sur les aspects économiques ainsi que sur la santé humaine.

Les scientifiques s'accordent aujourd'hui à dire que ces épisodes de pullulation de plus en plus rapprochés trouvent leur origine principalement dans l'augmentation de la température et la surpêche couplées à d'autres phénomènes.




Bon à savoir :

- > **Phytoplancton** : plancton végétal.
- > **Zooplancton** : plancton animal.
- > **Ichtyofaune** : partie de la faune qui rassemble les poissons.

Figure 27 : Echouage de méduses (*Pelagia noctiluca*) (Source : A. Sanchez).

Un projet de recherche (projet JELLY WATCH) sur les épisodes de blooms de *Pelagia noctiluca* est en cours à l'échelle de la région Sud PACA. Il vise à mieux comprendre ces phénomènes et les caractéristiques météorologiques, hydrodynamiques, biologiques associées afin d'élaborer des modèles prédictifs. Un portail d'Observation de méduses en Méditerranée est également à disposition du public. **Il permet à tous de déclarer ses observations de méduses.**

Pour aller plus loin : 
Cartographie des méduses en région Sud PACA.

On observe également de plus en plus, depuis les années 1980, la prolifération d'algues filamenteuses à croissance très rapide dans de vastes zones de Méditerranée Occidentale. Ces algues sont vues très régulièrement dans les eaux du parc national de Port-Cros, recouvrant les fonds marins et les récifs coralligènes. Il s'agit d'un phénomène naturel, temporaire dont l'impact sur les organismes dépend de la durée de présence.

En cas « d'exposition prolongée », des nécroses peuvent apparaître. Aujourd'hui, la raison précise de cette prolifération n'a pas été trouvée mais plusieurs hypothèses émergent et sont étudiées. L'enrichissement des eaux profondes de

la Méditerranée en sels nutritifs pourrait être un facteur favorable, de même que des températures de plus en plus élevées du printemps jusqu'en automne.

Bon à savoir :

Algue filamenteuse : sous cette appellation sont regroupées plusieurs espèces aux caractéristiques communes : une taille qui varie entre 10 et 15 micromètres et une couleur jaune, même si quelques espèces temporaires sont rouges ou bleues. Elles forment sous l'eau une sorte de voile brumeux, voire nuageux fréquemment appelé « barbe à papa ».



Figure 28 : Prolifération d'algues filamenteuses en 2015 sur le site de La Gabinière - Port-Cros (Source : J-G. Harmelin).

FOCUS 4 : Vulnérabilités des cétacés



Figure 29 : Rorqual commun (Source : T. Houard, PNPC)

Au sommet de la chaîne alimentaire, les mammifères marins pourraient subir l'impact du changement climatique. C'est par exemple le cas du Rorqual commun *Balaenoptera physalus* (Figure 29) qui se nourrit principalement du zooplancton, espèce dont le changement climatique (augmentation des températures, de la salinité, altération de la courantologie) pourrait modifier l'abondance et la distribution. À l'heure actuelle, il est cependant encore impossible de prédire l'effet direct du changement climatique sur les cétacés.

Ils sont également soumis à d'autres pressions : pollutions, transport maritime, risque de collision, etc.

La saison touristique étant aussi de plus en plus longue, les pressions indirectes liées à la plaisance vont augmenter, diminuant les périodes de tranquillité de ces espèces. Ce constat est valable pour tous les écosystèmes et espèces terrestres et marines.

Impacts du changement climatique sur les activités socio-économiques du territoire du parc national de Port-Cros



Le littoral et les plages, des sites aux enjeux touristiques et socio-économiques forts, sont soumis aux effets du changement climatique mais sont aussi impactés par les activités anthropiques (aménagements, hyper-fréquentation, pollutions, etc.).



Photo : Catherine Drouard

Impacts du changement climatique sur les activités socio-économiques du territoire du parc national de Port-Cros.

L'impact du changement climatique sur les écosystèmes influencera directement les Hommes et leurs activités. Même si des incertitudes demeurent quant à l'adaptation et la résilience des milieux et des es-

pèces, certaines conséquences sur les activités socio-économiques se profilent. Des exemples concernent particulièrement la Méditerranée.



© M. Gasquy, Parc national de Port-Cros

A. Les effets sur la pêche professionnelle et la plongée

Les effets du changement climatique sur l'activité de pêche en Méditerranée pourraient se caractériser par une évolution des stocks de certaines espèces. Des espèces indigènes à affinité tempérée ou froide pourraient diminuer voire disparaître au profit d'autres à affinité chaude. Appréciables des consommateurs, ces espèces indigènes seront aussi plus exposées aux risques de surpêche.

Les petits pêcheurs artisanaux seront les plus impactés. Ils devront se tourner vers de nouvelles espèces et veiller au renouvellement des stocks

de poissons les plus vulnérables.

Concernant l'activité de plongée, certaines espèces emblématiques des paysages sous-marins tant appréciées par les plongeurs de Méditerranée Occidentale pourraient disparaître. Et si l'arrivée d'espèces exotiques « colorées » peut réjouir certains plongeurs, il faudra plusieurs décennies avant qu'elles ne s'installent et ce, au détriment des espèces locales. Cette arrivée d'espèces exotiques s'accompagnera également de la prolifération d'algues, méduses et autres espèces pour certaines vénéneuses.



© S. Ruitton - Parc national de Port-Cros

B. Les effets sur le tourisme

L'élévation des températures pourra être un élément bénéfique pour le tourisme dans un premier temps. Mais les vagues de chaleur et de canicule, plus fréquentes en été, ainsi que les proliférations de méduses pourraient, à terme, dissuader des touristes.

Des résultats d'études... défavorables

Une étude (projet PESETA) s'est d'ailleurs intéressée à mesurer l'impact du changement climatique sur le tourisme en Europe grâce à un indice climatique touristique qui se base sur des paramètres climatiques et socio-économiques.

Les résultats montrent un indice cli-

matique touristique de plus en plus défavorable pour la période 2020-2080 sur le littoral méditerranéen français au printemps et en été. Cet indice serait d'autant plus défavorable que la projection du GIEC serait pessimiste (scénario A2).

En revanche, en automne, les résultats montrent un indice plus favorable.



Pour aller plus loin :

Le rapport de ce projet est disponible en anglais sur le site de la commission européenne.

En 2019, le Parc national de Port-Cros en partenariat avec l'association AIR Climat/GREC-SUD a réalisé une étude sur les vulnérabilités au changement climatique des activités de pêche, de plongée et de tourisme balnéaire sur le territoire. Un résumé de cette étude est disponible sur le site Internet du Parc national.

D'autres effets sont attendus sur l'agriculture, la santé humaine, l'accès à l'eau potable (Focus 5 sur les aquifères littoraux) et les aménagements littoraux, qui pourraient se révéler extrêmement coûteux si les solutions apportées sont le maintien et la reconstruction de ces aménagements en l'état.

FOCUS 5 : Aquifères littoraux et intrusions marines

L'élévation du niveau de la mer associée aux événements climatiques pourrait également entraîner l'intrusion d'eau salée dans les **aquifères** littoraux (Figure 30).

Ce phénomène répété, souvent irréversible, aurait une grande conséquence pour l'Homme qui utilise les aquifères pour l'eau potable, les usages agricoles, industriels et pour l'environnement (zones humides, marais, lagunes, etc.).

Une étude s'est intéressée aux intrusions marines dans les aquifères côtiers de métropole en prenant en compte les projections faites par le GIEC en matière d'élévation du niveau de la mer, associées à des cartes de topographie, de densité de population d'ici 2040 et de pressions en prélèvement d'eau potable ainsi que pour des besoins industriels et agricoles.

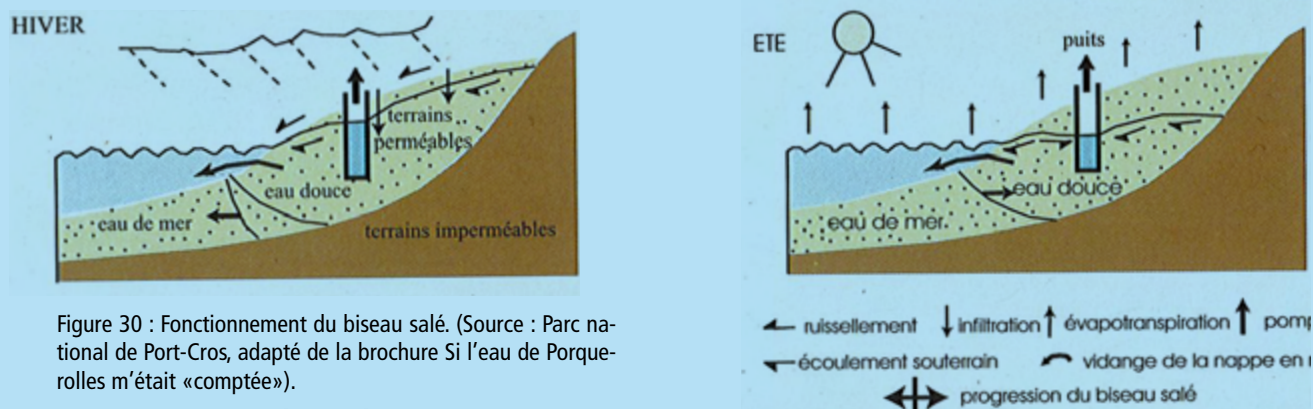


Figure 30 : Fonctionnement du biseau salé. (Source : Parc national de Port-Cros, adapté de la brochure Si l'eau de Porquerolles m'était «comptée»).

Des intrusions salines déjà constatées

C'est le cas dans la nappe du Gapeau où des intrusions ont déjà été constatées.

À Porquerolles, on note également des taux de conductivité qui attestent très certainement d'intrusions salines. En prenant en considération une projection du GIEC, plutôt pessimiste, ces zones ont des aquifères à la sensibilité forte à avérée en termes d'intrusion marine. **Cela signifie que la situation déjà préoccupante va s'aggraver et sera notamment liée aux pressions extérieures exercées comme les prélèvements.**


Bon à savoir :

Aquifère : Terrain perméable, poreux, permettant l'écoulement d'une nappe souterraine et le captage de l'eau.

Les suivis, études, projets et mesures de gestion en lien avec le changement climatique

Les banquettes de Posidonie

On nomme banquettes (un terme issu du vocabulaire des pêcheurs provençaux), les accumulations de feuilles mortes de Posidonie qui peuvent atteindre, dans des cas exceptionnels, 2.5 m d'épaisseur. Leurs rôles écologique et économique sont très importants : elles permettent de protéger les plages de l'érosion et favorisent leur stabilité en contribuant notamment à l'édification et à l'alimentation des dunes. Une partie des banquettes retourne en mer : elles constituent alors une ressource alimentaire majeure, directe pour les écosystèmes littoraux et indirecte pour la ressource halieutique dont dépend la pêche artisanale.

Pour aller plus loin :  des articles des *Scientific Reports of Port-Cros National Park* sur les banquettes de Posidonie (en anglais).

Les suivis, études, projets et mesures de gestion en lien avec le changement climatique

Il s'agit de projets, suivis, études qui, directement ou indirectement, visent à favoriser l'adaptation, la résilience des écosystèmes et des activités au changement climatique. Ils sont portés par le Parc national de Port-Cros ou par des partenaires.

A. La stratégie scientifique du Parc national de Port-Cros

Le Parc national de Port-Cros dispose **d'une stratégie scientifique (2013-2022) qui a pour objectifs de définir les besoins du Parc national dans le domaine scientifique et de retenir les axes prioritaires d'intervention** (biologie, écologie, économie, géographie, sociologie, etc.).

Cette stratégie a également vocation à prévoir, anticiper les problématiques d'évolution des territoires

et des sociétés, et les mesures de gestion adaptées. L'anticipation et l'adaptation au changement climatique intègrent donc pleinement cette stratégie.

La stratégie scientifique a identifié de nombreux suivis d'espèces et d'habitats terrestres et marins dont l'état de conservation, l'évolution, et, pour certains, la survie, sont dépendants des conditions et variations climatiques. Il est primordial de pérenniser ces suivis et de

maintenir une veille sur l'arrivée de nouvelles espèces potentiellement en compétition avec les espèces indigènes. Des suivis concernent également les activités.

Les suivis sont réalisés soit par le Parc national, soit par des partenaires.

Pour aller plus loin :
Stratégie scientifique
du Parc national
de Port-Cros

Certains suivis sont réalisés depuis plusieurs années, d'autres ont été programmés :

39 suivis sur la flore terrestre

Ils concernent notamment des espèces/habitats de milieux humides (Isoète de Durieu, etc.), côtiers-dunaires (dunes mobiles embryonnaires, végétation des lisses de mer, Euphorbe de dunes, etc.) mais aussi vivant sur falaises (Euphorbes arborescentes, etc.) ou en forêt, milieux ouverts (Orchidées).

17 suivis sur la faune terrestre

Ils concernent des espèces se reproduisant sur falaises (Puffin yelkouan, Puffin de Scopoli, etc.) vivant en zones humides (Odonates, oiseaux des salins, Discoglosse sarde, etc.) ou en forêt/milieux ouverts (Tortue d'Hermann).

16 suivis sur la faune marine

Sur des espèces du coralligène et des fonds rocheux : Éponges, Gorgone rouge et Gorgone blanche ; des suivis de l'évolution des communautés ichtyologiques (Mérou brun, Corb, etc.)

3 suivis sur la flore marine dont la limite inférieure de l'herbier de Posidonie.

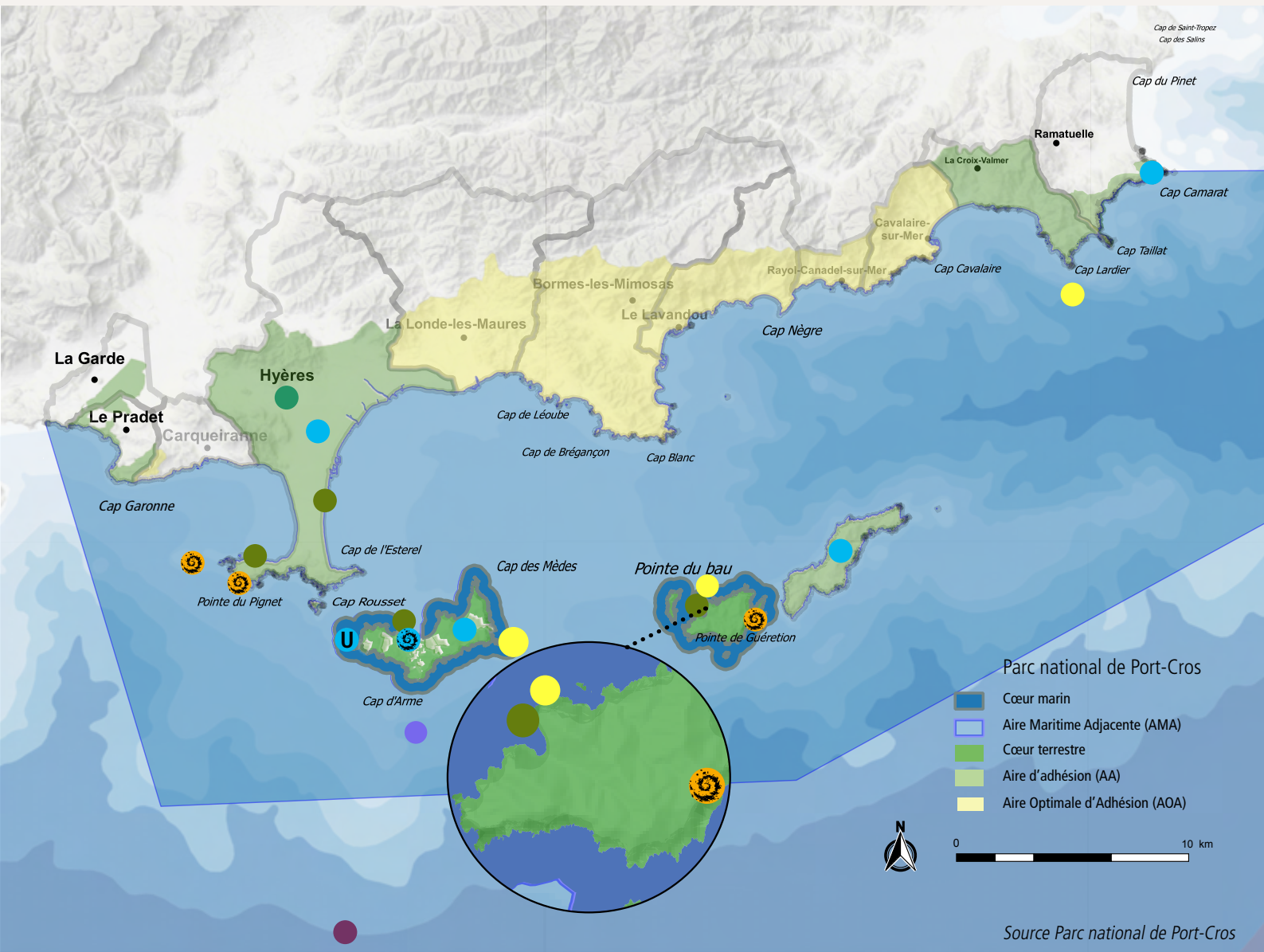
Des suivis sur des paramètres physico-chimiques

Suivis de l'évolution de la température, du niveau d'eau, évaluation du recul du trait de côte, etc. (Figure 31).

11 suivis sur des pressions exercées par des activités socio-économiques

Mouillage, pêche professionnelle, pêche de loisir, plongée, fréquentation des plages, etc.





Source Parc national de Port-Cros

- Station météorologique Météo France
- ⚙️ Station météorologique gérée par le Parc national de Port-Cros*
- U Station météorologique avec capteurs d'aérosols (Université de Toulon)*
- Station multi-capteurs : température, niveau d'eau, pression atmosphérique (Programme HTM-NET)
- Capteur de température sur des sites de suivis de la faune et la flore marine (gestion Parc national de Port-Cros)
- Suivi de la température en mer de 5 à 40 m de profondeur (réseau T-MedNet)
- Houlographe (réseau Candhis)
- Capteurs physico-chimiques placés à 2 500 m de profondeur (projet Antarès)
- Capteurs de qualité de l'air (AtmoSud)

Figure 31 : Cartographie des équipements de suivis des paramètres physico-chimiques sur le territoire du parc national de Port-Cros. (Source : Parc national de Port-Cros).

B. Quelques exemples de projets du Parc national de Port-Cros en lien avec le changement climatique

La réserve intégrale de Bagaud

Depuis 2007, cet îlot (Figure 32) de 59 ha qui possède une biodiversité exceptionnelle est classé⁽¹⁾ réserve intégrale. C'est-à-dire qu'il est protégé de tout impact lié à l'Homme : aménagement, fréquentation, prélèvements, etc. Depuis 2010, Bagaud fait l'objet d'un vaste programme de restauration écologique qui implique notamment l'éradication de deux espèces exotiques envahissantes que sont la griffe de sorcière et le rat noir, ainsi que des suivis floristiques et faunistiques. Le Parc national de Port-Cros souhaite ouvrir ce site à la recherche de haut

niveau sur **les changements globaux**.

Il représente un microcosme du territoire méditerranéen et a les conditions écologiques nécessaires pour étudier les réponses du système vivant aux changements globaux.

Un premier programme décennal d'action a été mis en place.

À son terme, les résultats et conclusions permettront de déboucher, en 2020, sur un nouveau programme décennal dans lequel les thématiques climatiques seront au cœur des enjeux.

Figure 32 :

îlot de Bagaud (Source : H. Bergère, Parc national de Port-Cros).

Bon à savoir :

Le changement global : est un terme qui désigne un ensemble de modifications environnementales qui ont des conséquences majeures sur la vie des Hommes et des écosystèmes et qui se produisent à l'échelle mondiale.



La zone ressource de Porquerolles

Après plusieurs années de travail et de concertation avec les représentants des différents secteurs d'activité du monde maritime, une

zone marine exempte de toute activité (prélèvement, mouillage, plongée, navigation, etc.) a été créée au sud de Porquerolles en 2016.

Cette zone, dite « Zone ressource », pourra constituer dans les années à venir, un site d'études sur les changements globaux.

L'Observatoire de la biodiversité et des usages marins littoraux

Il est organisé autour de 3 grandes thématiques - connaissance et suivi de la biodiversité marine, connaissance des pressions d'usage (pêche professionnelle, de loisir, mouillage, plongée, fréquentation des plages, etc.) et mesures de gestion mises en place par le Parc national - qui regroupent au total une quinzaine

d'indicateurs, dont des indicateurs importants pour évaluer les effets du changement climatique. A cela s'ajoutent des suivis climatiques. Cet Observatoire constitue un outil opérationnel d'observation, d'explication et d'évolution de la gestion marine littorale.

Pour aller plus loin :  Site de l'Observatoire OBi-1

Suivi de placettes forestières

Depuis 1979 à Port-Cros et 1996 à Porquerolles, des placettes forestières sont installées sur les îles afin d'évaluer l'état de conservation de la forêt et suivre la dynamique de ses peuplements dans le temps et dans l'espace.

Après plusieurs années d'interruption, ce suivi doit être réactivé, en ciblant notamment les placettes les

plus intéressantes (des placettes sur des habitats différents) et en affinant les données grâce à l'achat de stations météo mobiles très précises en termes de précipitation et d'humidité du sol. Les données du suivi reliées aux informations physiques du milieu permettront de s'intéresser à des paramètres comme la sécheresse, le taux de reprise, es-

sentiels pour mieux comprendre les effets du changement climatique.

Bon à savoir :

Placette forestière : surface délimitée et localisée avec précision, dans laquelle des inventaires de végétation sont effectués.

La gestion des massifs forestiers pour la prévention du risque incendie

Le territoire du parc national de Port-Cros s'est doté de plans de prévention du risque incendie, dit plan de Défense de la Forêt Contre les Incendies (DFCI).

Ces plans, qui s'appuient sur un diagnostic environnemental et logistique, se traduisent par la mise en place d'équipements de réserve et/ou de pompage d'eau, et de sentiers pouvant servir d'axes de circulation en cas d'incendie.

Des schémas de débroussaillage sont aussi créés pour maintenir les sentiers accessibles et prévenir tout départ et propagation de feu dans des zones stratégiques. L'intervention des secours est planifiée et une signalétique installée au départ et le long des sentiers.

Ainsi, à Port-Cros, la stratégie DFCI s'est orientée sur le murissement de la forêt et donc sur la réduction naturelle des strates végétales basses pouvant propager le feu.

Concernant la réglementation, la cigarette et les feux sont interdits dans les espaces naturels protégés du Parc national. A Port-Cros et Porquerolles, ils sont interdits en dehors du village. Cette interdiction est complétée par une interdiction

de camper et bivouaquer.

Lorsque le risque incendie est trop élevé, sur décision préfectorale, l'accès aux massifs forestiers est interdit. La carte du risque incendie, mise à jour quotidiennement, est consultable sur le site de la préfecture du 21 juin au 20 septembre. Une signalétique est prévue à cet effet. Les agents du Parc national ou des agents forestiers assurent la surveillance.

A la suite de l'incendie qui s'est dé-

claré en juillet 2017 au Cap Lardier, le Parc national de Port-Cros a renforcé la sensibilisation du public et la communication sur le risque incendie au moyen d'affiches (Figure 33) et de campagnes d'information aux embarcadères, à Hyères (Port Saint-Pierre, Tour Fondue, Giens) au Lavandou et au Cap Lardier. Au total, plus de 25 000 personnes ont été sensibilisées et 550 personnes ont reporté leur traversée.



Pour aller plus loin :
Consultez la carte d'alerte du risque incendie sur le site de la préfecture du Var (disponible entre le 21 juin et le 20 septembre).

Figure 33 :

Affiche distribuée et affichée à l'entrée des îles, des ports et dans les bateaux-traversées pour sensibiliser et alerter le public aux risques incendie et à la fermeture des massifs.

Figure 34 : Etat des lieux un mois après les incendies - résilience du palmier nain.
(Source A. Aboucaya)



Projet Cap Phoenix

Le projet Cap Phoenix porte sur le site du Cap Lardier, incendié en 2017. Il a pour objectifs de rechercher et de tester les différentes techniques de restauration post-incendie, faisant appel à des solutions « fondées sur la nature » afin

de permettre à ce site de retrouver ses qualités dans des délais plus rapprochés, de diminuer la sensibilité aux feux et d'en faire un site de référence à l'échelle régionale en matière de reconstitution d'écosystèmes et des paysages.

Les objectifs du projet se déclinent en 3 axes

- Accompagner la régénération de la forêt méditerranéenne dans un contexte de changement climatique.
- Comprendre et favoriser les dynamiques de restauration post incendie des écosystèmes Natura 2000 (Figure 34).
- Partager la connaissance et impliquer les populations dans une culture du risque incendie.

La gestion des plages

Gestion des cœurs par le Parc national

Les feuilles de Posidonie sont laissées sur la plage toute l'année (Figure 21). La gestion peut varier selon les plages pour le ramassage des déchets non naturels (résidus

de mazout, plastique, cordes, métal, verre et bois travaillé) et naturels (bois non travaillé par l'Homme). Le Parc national essaie de limiter son intervention afin de conserver une dynamique naturelle et protéger les plages de l'érosion

(Figure 35).

Il est important de souligner que le maintien sur site des feuilles mortes de Posidonie n'a pas entraîné de baisse de fréquentation.



Figure 35 :
Schéma synthétique du « cercle vicieux »
lié à l'enlèvement des banquettes de
Posidonie et à
l'érosion des plages.
Parc national de Port-Cros d'après Martin,
(2017).

Gestion du territoire d'adhésion par les communes

Sur le territoire de l'aire d'adhésion, la gestion des banquettes de Posi-

donie varie selon les plages. Elles sont, la plupart du temps, laissées en place hors saison puis retirées selon différentes techniques de

ramassage allant du manuel au mécanique. Dans certains cas elles sont stockées en arrière-plage ou enfouies (principe du millefeuille).



Banquettes de Posidonies sur une plage du territoire du Parc national de Port-Cros. (Source : C. Graillet, Parc national de Port-Cros).

Projet CAP 2050

Ce projet se concentre sur la zone cœur de l'île de Porquerolles. Il s'intéresse à la question de l'avenir du caractère de Porquerolles : climat, écologie, paysage, his-

toire, agriculture, tourisme durable, représentation de la nature, éthique environnementale, dans un contexte de changement climatique mais aussi sociétaux.

Il favorise une approche d'échanges et d'intégration des acteurs du territoire : Parc national, associations, établissements touristiques, habitants, etc.


C. Réglementation des activités socio-économiques

Le Parc national de Port-Cros dispose de plans de balisage terrestres et marins pour les cœurs de Parc national (Port-Cros et Porquerolles). Pour la partie marine, ils concernent **la circulation, la vitesse et le mouillage**. La plongée est également réglementée en cœur. Chaque année, les plongeurs individuels et les établissements de plongée doivent signer un règlement. **La pêche de loisir** est quant à elle interdite à Port-Cros (sauf au nord de l'île pour la pêche à la traîne) et réglementée à Porquerolles (pêche interdite dans certaines zones à l'année ou durant certaines pé-

riodes). Les pêcheurs doivent disposer d'une autorisation annuelle pour pêcher. Ils rendent également chaque année des précisions sur leurs sorties (lieux, captures, pratiques, etc.) afin de mieux connaître l'effort de pêche autour de l'île de Porquerolles. **Enfin la pêche professionnelle** est autorisée à Porquerolles et réglementée à Port-Cros. Les pêcheurs signent une charte annuelle où ils s'engagent à respecter des périodes et des zones de non-prélèvement ainsi que certaines pratiques de pêche. Enfin, ils fournissent au Parc national des agendas annuels sur leurs pratiques

de pêche et leurs captures.

En complément le Parc national réalise des suivis de pression de la pêche professionnelle, de loisir, de mouillage, de plongée, de Palme-Masque-Tuba (PMT) et de fréquentation des plages sur des sites de Port-Cros, Porquerolles, Le Levant et Giens. Ces indicateurs permettent d'alimenter l'Observatoire de la biodiversité et des usages marins littoraux.

Pour aller plus loin : 
La réglementation dans le Parc national de Port-Cros

D. Focus sur certains projets portés par les communes adhérentes et les collectivités

Les communes adhérentes à la Charte du Parc national de Port-Cros se sont engagées et s'engagent toujours dans des démarches d'atténuation du changement climatique et de transition écologique et énergétique.

Des actions des communes du parc national sont présentées ci-dessous :

• Les projets de la commune de La Croix Valmer

Cette commune de l'est du territoire du parc national mène plusieurs actions de développement durable à destination de toutes les générations. Des projets sont en cours sur le développement d'énergies renouvelables (alimentation photovoltaïque de bâtiments communaux), la réduction énergétique ou encore la mobilité douce. La commune s'engage également dans des projets de préservation de la biodiversité (Atlas de la biodiversité communale, développer l'intégration de la biodiversité dans le bâtiment, réduire la pollution lumineuse nocturne, mise en œuvre de mouillages écologiques) et dans l'éducation

à l'environnement et la sensibilisation (mise en œuvre d'une Aire Marine Éducative).

• Nous pouvons également citer le Parc nature du plan de La Garde

- Dans le cadre du projet européen ADAPT, le Conseil départemental du Var élabore un document d'analyse sur la variabilité climatique d'un système urbain présélectionné, en l'occurrence le système urbain de **la commune du Pradet rattachée à la métropole Toulon Provence Méditerranée.**

Sur la base de l'étude du climat de la commune ainsi que des évolutions climatiques à venir, les vulnérabilités de la commune sont étudiées ainsi que les capacités d'adaptation, notamment en termes d'évolution des aménagements urbains ou de préservation et de développement d'îlots de fraîcheur. D'autres actions des communes et des partenaires sont réalisées.

Une fois recensée, elles seront ajoutées au document.



Opération de nettoyage des plages à La Croix Valmer
(Source : C. Graillet, Parc national de Port-Cros)



Plan Climat Air-Energie Territorial

Le Plan Climat Air-Énergie Territorial (PCAET) est un outil de planification qui a pour but d'atténuer le changement climatique, de développer les énergies renouvelables et maîtriser la consommation d'énergie. C'est un projet territorial de développement durable. À la fois stratégique et opérationnel, il prend en compte l'ensemble de la problématique climat-air-énergie autour de plusieurs axes d'action :

- la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)
- l'adaptation au changement climatique
- la sobriété énergétique - la qualité de l'air
- le développement des énergies renouvelables

Outre le fait qu'il impose également de traiter le volet spécifique de la qualité de l'air (rajout du « A » dans le signe), sa particularité est sa généralisation obligatoire à l'ensemble des intercommunalités de plus de 20 000 habitants à l'horizon du 1^{er} janvier 2019, et dès 2017 pour les intercommunalités de plus de 50 000 habitants.

Il peut être de nature assez différente en fonction de l'engagement des collectivités concernées, mais son contenu est fixé par la loi :

- un diagnostic,
- une stratégie territoriale,
- un plan d'action,
- un dispositif de suivi et d'évaluation des mesures initiées.

Le PCAET est mis en place pour une durée de 6 ans. Il doit également prendre en compte dans son élaboration le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) permettant ainsi d'intégrer les dispositions relatives à l'urbanisme (mobilités, consommation d'espace, respect de l'armature urbaine, etc.).

Les PCAET de la Métropole Toulon Provence Méditerranée et de la Communauté de Communes du Golfe de Saint-Tropez sont en cours de réalisation.

Pour aller plus loin :

> Le PCAET de la Métropole Toulon Provence Méditerranée

> Le PCAET de la Communauté de Communes du Golfe de Saint-Tropez



Plaine de Ramatuelle : au loin la plage de Pampelonne et le Cap Camarat (Source : C. Gérardin)



Vue sur le port des Oursinières, Le Pradet Source : M. Gasquy

Perspectives et propositions d'actions

Journée d'échanges sur le changement climatique, Hyères, 2019.



Travailler ensemble

Source : J. Letienne, Parc national de Port-Cros



Connaître et suivre

Source : J-G. Harmelin



Protéger

Source : P. Aubel



Transmettre

Source : École Saint-John Perse de Giens

Parc Nature du Plan de La Garde
Photo : Muriel Gasquy

Perspectives et propositions d'actions

La deuxième partie de ce document s'intéresse aux principales actions en cours du Parc national de Port-Cros et de ses partenaires

(programmes de recherche, projets, etc.) sur le changement climatique et met en avant des perspectives d'actions possibles. Celles-ci sont

regroupées en neuf thématiques qui sont présentées ci-dessous.

1. Suivi des évolutions climatiques : préserver le patrimoine naturel, paysager et anticiper les évolutions à l'échelle du territoire et du pourtour méditerranéen.

Il s'agit ici de déployer des équipements terrestres et marins de suivis de paramètres météo/physico-chimiques sur l'ensemble du territoire du parc national de Port-Cros (température, salinité, humidité du sol, qualité de l'air, etc.) afin de

disposer de séries longues de mesures et les intégrer dans des programmes de recherche scientifique nationaux et internationaux.

Exemple de perspectives d'actions : déployer des capteurs de salinité sur le territoire ; mettre en place des

stations météo en espaces urbains (îlots de chaleur) ; développer des protocoles de suivis terrestres, notamment sur des paramètres spécifiques comme la sécheresse.

2. Biodiversité et paysage : préserver le patrimoine naturel, paysager et anticiper les évolutions à l'échelle du territoire et du pourtour méditerranéen.

Le Parc national a identifié dans sa Stratégie Scientifique plus d'une trentaine d'espèces et habitats terrestres et marins dont l'état de conservation, l'évolution et pour certains la survie sont dépendants des conditions et variations climatiques. Il est primordial de pérenniser ces suivis et de maintenir une veille sur l'arrivée de nouvelles es-

pèces potentiellement en compétition avec les espèces natives.

Des propositions pour d'autres types de suivis ont été identifiées : suivis phénologiques, mise en place d'un observatoire des paysages, faire de la réserve intégrale de Bagaud un site de référence scientifique pour l'étude des effets du changement global sur la biodiversité, etc.

Bon à savoir :

La phénologie des êtres vivants est l'étude de l'apparition d'événements périodiques de leur vie qui est déterminée par les variations saisonnières du climat. Par exemple, la floraison des plantes, la fructification des arbres, la coloration des feuilles à l'automne, l'arrivée des oiseaux migrateurs sont des événements phénologiques.

*Tamaris de la plage de la Palud
(Source : C. Gérardin,
Parc national de Port-Cros).*



3. Littoral, érosion et recul du trait de côte : évaluer les évolutions en cours et à venir pour mieux anticiper et adapter les mesures de gestion

Le Parc national de Port-Cros a contractualisé un partenariat avec le BRGM afin de développer des suivis internes techniques et visuels des plages et des falaises de Porquerolles, Port-Cros, ainsi que des criques de Giens dans un contexte de changement climatique (érosion, recul du trait de côte, modification paysagère, etc.). Ces suivis ont un double objectif : évaluer les évolutions de ces milieux et adapter au mieux les mesures de gestion.

Les protocoles pourront être proposés aux communes souhaitant

compléter leurs propres suivis. En effet, le territoire est soumis à des évolutions morphologiques importantes de son littoral et de nombreux projets émergent (communaux, départementaux, régionaux). Il sera essentiel, dans les années à venir, de favoriser les démarches et stratégies communes et les échanges (données, compétences) sur cette thématique. Le Parc national de Port-Cros poursuivra son implication comme appui technique dans les projets de reconstitution du littoral soumis à érosion. Une

autre proposition d'action figurant dans le document stratégique porte sur un accompagnement aux communes volontaires pour la mise en œuvre d'une gestion favorisant les fonctionnalités écologiques des plages et des arrière-plages.

Enfin, la mise en œuvre prochaine d'une plateforme régionale d'échanges sur la gestion durable du trait de côte pourrait permettre de renforcer les connaissances et les appuis techniques.

*Citerne de la Courtade
(Source : P. Robert, Parc national de Port-Cros).*

4. Prévention du risque incendie : deux propositions d'action ont été identifiées :

- Renforcer les moyens de surveillance et de gestion (DFCI, fermeture des massifs, protocoles) qui permettent de prévenir ou de limiter les incendies.

- Définir les moyens de prévention à mettre en place et l'organisation (évacuation, gestion de crises, etc.) à mettre en œuvre en cas d'incendies sur les îles : plan de défense des îles (révision) et plan opérationnel des îles (actualisation).



5. Gestion de la ressource en eau : optimiser la consommation et améliorer la disponibilité

Les propositions d'actions visent notamment à accompagner à la réduction des consommations en eau

sur les îles avec les acteurs locaux, à améliorer les équipements de stockage et l'entretien des systèmes

d'irrigation sur Porquerolles.

6. Usages, activités et aménagement du territoire : renforcer les connaissances, développer des stratégies d'adaptation et accompagner les partenaires dans ces évolutions.

Deux projets qui formuleront des actions d'adaptation au changement climatique sont notamment identifiés dans ce thème :

- Une étude sur les vulnérabilités au changement climatique des activités de pêche, de plongée et de tourisme balnéaire sur le territoire du parc national. Elle

s'achève au premier trimestre 2019.

- Un projet d'approche prospective, dans un cadre participatif, sur le devenir des usages et des espèces dans un contexte de changements climatiques et sociétaux (projet CAP 2050) sur l'île de Porquerolles. Les thèmes

sont en cours de définition mais devraient notamment porter sur la forêt et l'agriculture.



Cultures de la plaine du village (C. Gérardin, Parc national de Port-Cros).

7. Aspects sanitaires : développer une stratégie sanitaire pour anticiper, réduire les effets du changement climatique sur les santés humaine, animale et végétale.

Une stratégie sanitaire inter-Parcs nationaux a été développée. Établie en collaboration avec les organismes compétents (AFB, ONCFS, Ecoles vétérinaires), elle traite prin-

cipalement, dans sa première version, des aspects terrestres. Il s'agit ici de s'appuyer sur la stratégie existante et d'actualiser des éléments les plus récents et des probléma-

tiques propres au territoire, particulièrement sur le volet marin et les problématiques associées.

8. Transition énergétique

Les objectifs sont : réduire l'impact énergétique et développer des ac-

tions pilotes et innovantes comme la réalisation de diagnostics de

consommation sur les îles et proposer pour le territoire l'intégration des énergies renouvelables.

9. Communication et sensibilisation : informer et sensibiliser le public et les partenaires sur les connaissances actuelles du changement climatique et les actions mises en œuvre pour étudier, réduire et s'adapter à ces évolutions.

Les propositions d'actions visent à informer, sensibiliser le public, les partenaires sur les connaissances actuelles sur le changement climatique et ses impacts (brochure d'information, formation, conférence) mais aussi sur les actions entreprises par le Parc national de Port-Cros et ses partenaires pour favoriser la résilience, l'adaptation des milieux ou des usages face à ces évolutions.

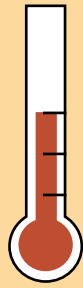
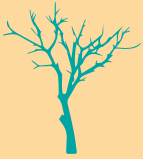
Exemple d'actions : sensibiliser les visiteurs lors des journées estivales de fermeture des massifs (Eco-gardes à poursuivre) ; développer un outil de communication pour sensibiliser les visiteurs à une gestion des plages et des arrière-plages,

favorisant les fonctionnalités écologiques et la résilience des milieux, mise en œuvre de l'Observatoire de la Biodiversité et des Usages Marins Littoraux (OBI-1).

Alerte rouge incendies - action de prévention à la Tour Fondue (Source F. Alary, Parc national de Port-Cros)







+0.3°C
en moyenne

En région Sud PACA,
par décennie
entre 1959-2009.

> 4°C
d'ici 2100

Sans politique climatique, le réchauffement pourrait dépasser les 4°C d'ici 2100, par rapport à l'ère pré-industrielle (1880-1899).

↓ CO₂

Limite le réchauffement
à moins de

2°C

Un seul scénario permet de limiter le réchauffement à moins de 2°C, il s'agit d'1 scénario avec politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂. Ce scénario rejoint l'objectif fixé par l'Accord de Paris.



L'allongement de la période de sécheresse

L'humidité moyenne du sol en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.



En été et
en hiver

Les scénarios prévoient : une baisse
des précipitations en été et en hiver et
des épisodes de pluies plus intenses à
certaines périodes de l'année.

7 stations météorologiques sur le territoire du parc national de Port-Cros



MARITIME



+ 1.3°C
en moyenne
depuis 1982

+ 2°C
à
+ 4°C
d'ici 2100

Augmentation de 1,3° C en moyenne en Méditerranée, depuis 1982 et une variabilité importante des températures journalières et des extrêmes.

D'ici 2100, augmentation de la température en Méditerranée allant de 2 °C (scénarios les plus optimistes) à 4 °C (pour les plus pessimistes).

Depuis
+ 15 ans

Suivi de la température de la mer le long de la colonne d'eau (5-40 m de profondeur) à Port-Cros.



Niveau de la mer : élévation de plus de 12 cm depuis 30 ans à Marseille.



La salinité

+ 0.2 g/l à 0.8 g/l

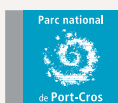
La salinité, au niveau du pourtour méditerranéen français, devrait ainsi augmenter de 0.2 g/l à 0.8 g/l selon les scénarios.

L'acidité **× 3** d'ici 2100

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.



Document réalisé grâce au soutien financier du projet européen MPA-ADAPT, projet co-financé par le Fonds européen de développement régional.



Projet co-financé par le Fonds européen de développement régional.