

Plan d'adaptation de la gestion au changement climatique

RESERVE NATURELLE GEOLOGIQUE DU LUBERON



Projet d'adaptation de la gestion des réserves naturelles de Provence-Alpes-
Côte d'Azur au changement climatique (2024 – 2026)

Autrices

KELLER Laureen – CEN PACA

GATEL Maëlle – CEN PACA

La trame de ce document est commune aux livrables des 13 réserves participantes et a été rédigée avec les 2 autres animatrices du projet Natur'Adapt Sud :

ABIS Ophélie – CEN PACA

NOJAROFF Noémie – Tour du Valat

Contributeurs et relecteurs

LEGAL Stéphane – PNR du Luberon

MICHEL Laurent – PNR du Luberon

Citation de l'ouvrage

KELLER L., ABIS O., GATEL M., NOJAROFF N., LEGAL S., 2026. Plan d'adaptation de la gestion au changement climatique – Réserve naturelle géologique du Luberon. Projet Natur'Adapt Sud : Adaptation de la gestion des réserves naturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur au changement climatique. 26 pages.

Table des matières

Résumé.....	4
I. Introduction.....	5
1. Contexte	5
2. Intégration du changement climatique dans la gestion.....	5
II. Carte d'identité de la réserve.....	6
III. Résumé du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité.....	7
1. Synthèse de l'analyse climatique	7
2. Synthèse de l'analyse de vulnérabilité	8
IV. Stratégie d'adaptation	9
1. Méthodologie de définition de la stratégie d'adaptation.....	9
2. Stratégie d'adaptation de la RNG du Luberon	10
V. Analyse de la gestion actuelle.....	11
VI. Vers une gestion adaptée au changement climatique.....	12
1. Qu'est ce qu'une mesure d'adaptation ?.....	12
2. Méthodologie de définition des mesures	14
3. Les affleurements de surface en dalles à ichnites.....	15
4. L'ensemble des affleurements des marnes de l'Aptien des gisements à vertébrés continentaux et la flore à enjeu associée.....	17
5. Les calcaires en plaquettes oligocènes.....	19
6. Sensibilisation.....	21
VII. Bilan et perspectives	23
Liste des acronymes	24
Bibliographie	25

Résumé

Dans le cadre du projet Natur'Adapt Sud, un diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité (DVO) face au changement climatique a été réalisé pour la Réserve naturelle géologique du Luberon (Keller *et al.*, 2026). Ce premier livrable a permis d'identifier les évolutions possibles induites par le changement climatique sur la réserve.

À la suite de ce travail, le plan d'adaptation propose une stratégie d'adaptation globale de la gestion. Celle-ci repose d'abord sur une logique d'acceptation et d'observation des évolutions liées au changement climatique sur la réserve avant d'agir. La priorité est donc d'améliorer les connaissances pour mieux comprendre les évolutions sur l'aire protégée. L'accent est aussi porté sur la réduction des pressions anthropiques et sur le lien avec les acteurs locaux, afin de limiter le cumul des effets liés aux activités humaines et au changement climatique.

La stratégie d'adaptation est ensuite déclinée par thématiques. Pour chacune d'elles, la gestion actuelle est interrogée afin de faire émerger des orientations pour l'avenir puis des propositions de mesures d'adaptation.

Les thématiques retenues dans le plan d'adaptation de la Réserve naturelle géologique du Luberon sont les suivantes :

- les affleurements de surface en dalles à ichnites ;
- l'ensemble des affleurements des marnes de l'Aptien des gisements à vertébrés continentaux et la flore à enjeu associée ;
- les calcaires en plaquettes oligocènes ;
- la sensibilisation.

Les principaux leviers d'action identifiés sont la sécurisation de certains sites, la réduction des pressions anthropiques qui s'ajoutent aux effets du changement climatiques, le renforcement des suivis scientifiques pour améliorer les connaissances, ainsi que les actions de sensibilisation à destination des usagers et des acteurs locaux, afin de favoriser l'appropriation et la prise en compte du sujet du changement climatique le territoire.

Plus globalement, la démarche Natur'Adapt a permis au gestionnaire de mieux appréhender les évolutions climatiques locales à venir et de leurs conséquences possibles sur les écosystèmes et la gestion de la réserve et de s'approprier des outils d'analyse du climat. Ce travail a ainsi permis de renforcer la vision dynamique et adaptative de la gestion. Les réflexions menées au cours du processus ont vocation à alimenter la conception du plan de gestion de la Réserve ainsi que celle des ENS du territoire et à évoluer au fil du temps pour accompagner l'action du gestionnaire.

I. Introduction

1. Contexte

Dans le cadre du projet Natur'Adapt Sud (2024-2026), qui vise à adapter la gestion des réserves naturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur au changement climatique, la Réserve naturelle géologique du Luberon a fait l'objet d'un diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité (DVO) (Keller et al., 2026). Ce travail s'appuie sur une analyse climatique fondée sur les données passées et sur les projections disponibles à l'échelle du territoire.

Ces éléments ont nourri une réflexion sur les évolutions possibles de dix objets représentatifs de la Réserve, relevant à la fois de son patrimoine naturel, des activités socio-économiques qui s'y déploient, ainsi que des outils et moyens de gestion mobilisés. Ce diagnostic ne constitue pas une étude scientifique au sens strict, mais s'inscrit dans une démarche opérationnelle visant à interroger les pratiques actuelles et à engager une réflexion sur la manière d'intégrer les enjeux du changement climatique dans la gestion de l'aire protégée.

Le présent document restitue cette réflexion sous la forme d'un plan d'adaptation. Il précise la stratégie retenue pour la Réserve naturelle géologique du Luberon, les mesures d'adaptation envisagées, ainsi que les perspectives ouvertes pour la gestion de la réserve. Les orientations proposées ont vocation à être traduites de manière opérationnelle dans le futur plan de gestion.

2. Intégration du changement climatique dans la gestion

Les réflexions et contenus produits dans le cadre du projet Natur'Adapt Sud ont vocation à alimenter le plan de gestion de la Réserve naturelle géologique du Luberon. Celui-ci est actuellement mis en œuvre pour la période 2019-2028. Son évaluation et son renouvellement débuteront en 2027-2028.

Les objectifs, stratégies et actions présentés dans ce plan d'adaptation constituent des propositions destinées à guider la rédaction du prochain plan de gestion afin d'y intégrer les enjeux liés au changement climatique. Ils pourront être discutés, précisés, hiérarchisés et, le cas échéant, ajustés lors de futures concertations avec les acteurs locaux et les partenaires.

Plus largement, la démarche Natur'Adapt conduit les gestionnaires à faire évoluer leur manière d'envisager la gestion de la réserve vers une vision plus dynamique des écosystèmes. À ce titre, ce travail a vocation à nourrir durablement la réflexion du gestionnaire, à toutes les étapes d'élaboration et de mise en œuvre du plan de gestion.

II. Carte d'identité de la réserve



Nom : Réserve naturelle géologique du Luberon

Date de création : Réserve naturelle géologique du Luberon – 1987 ; Périmètre de protection – 1996

Gestionnaire : Parc naturel régional (PNR) du Luberon

Localisation : Réserve – 28 sites répartis sur 31 communes ; Alpes-de-Haute-Provence (04) et Vaucluse (84)

Surface : Réserve – 398 ha ; Périmètre de protection – 69663 ha

Patrimoine géologique : Stratotype de l'Aptien, dalles à empreintes de mammifères, calcaires en plaquettes oligocènes, gisements à mammifères continentaux fossiles

Activité humaine principale : Fréquentation touristique.

III. Résumé du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité

Les résultats du diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité (DVO) (Keller et al., 2026), synthétisés ci-dessous, rappellent les principales évolutions climatiques attendues, les vulnérabilités identifiées pour la Réserve ainsi que les trajectoires possibles de ses objets patrimoniaux dans un contexte de changement climatique.

1. Synthèse de l'analyse climatique

Les projections climatiques futures convergent vers une poursuite du réchauffement global jusqu'à la fin du siècle, avec une intensité variable selon le scénario d'émissions considéré. Si les émissions ne sont pas réduites, une hausse des températures moyennes de l'ordre de **+2.2°C est attendue d'ici 2050**, pouvant atteindre **+4.4°C d'ici 2100**. **Les étés connaîtront un réchauffement particulièrement prononcé**, avec des températures moyennes estivales pouvant dépasser de plus de 7°C les moyennes actuelles. Les températures minimales et maximales suivront une tendance similaire.

Certains phénomènes comme **les vagues de chaleur devraient voir leur fréquence et leur durée rallongée**, quelle que soit la saison. Les **journées de forte chaleur verront également leur nombre augmenter**, en particulier en été. De plus, **le nombre de jours de gel devrait fortement diminuer sur l'ensemble de la période hivernale**. En effet, d'ici la fin du siècle, il n'y aurait plus de jours de dégel en novembre, mars et avril, et seuls quelques jours persisteraient pour les mois de décembre à février. Néanmoins, ces projections n'excluent pas la possibilité d'épisodes de gel tardif qui pourraient grandement impacter la végétation.

Concernant les précipitations, les projections demeurent plus incertaines en raison des divergences entre les modèles climatiques liées à une **grande variabilité interannuelle**, ce qui rend difficile l'identification de tendances nettes. Néanmoins, certaines tendances semblent tout de même se dessiner. Bien que le cumul annuel devrait peu évoluer, **le cumul hivernal pourrait légèrement augmenter tandis qu'une diminution aurait tendance à se produire au printemps, en été et en automne**. Toutefois, en raison des fortes températures, des périodes de sécheresse prolongées et d'une évapotranspiration accrue, ces précipitations pourraient ne pas être suffisamment efficaces pour compenser le déficit hydrique.

Enfin, la hausse des températures et des périodes de **sécheresse augmentera le nombre de jours présentant un risque avéré de départ d'incendie**, en particulier en été. Ces aléas pourraient ainsi devenir plus fréquents et plus intenses au fil des années.

En résumé, ces projections suggèrent une évolution du climat vers des **étés encore plus secs et intenses**, et des **hivers plus doux**. Les mois de mai et septembre connaîtront une évolution similaire à celle de l'été, ce qui suggère un décalage des saisons actuelles : une **saison estivale plus précoce et plus étendue, un printemps qui débiterait plus tôt et un démarrage de l'automne plus tardif**.

2. Synthèse de l'analyse de vulnérabilité

Parmi les objets du patrimoine naturel analysés dans la Réserve naturelle géologique du Luberon, les affleurements de surface en dalles à terriers fossiles du Vallon, à Reillanne, les affleurements de l'Aptien et leur contenu paléontologique en gisements à vertébrés continentaux, ainsi que le Colorado provençal du massif des Ogres présentent une très forte vulnérabilité au changement climatique. Le changement climatique devrait en effet accentuer les processus d'érosion qui affectent ces objets, notamment sous l'effet de l'augmentation des amplitudes thermiques journalières, d'une possible intensification des précipitations et du renforcement des périodes de sécheresse.

La situation des calcaires en plaquettes oligocènes apparaît plus incertaine, du fait d'effets potentiellement antagonistes entre la diminution du nombre de jours de gel et une possible intensification des précipitations hivernales.

À l'inverse, le contenu paléontologique des gisements à invertébrés marins devrait demeurer relativement préservé, dans la mesure où il reste protégé du soleil et des pluies.

Enfin, les espèces floristiques à enjeu associées aux marnes pourraient bénéficier, au moins partiellement, de l'évolution des conditions climatiques, dans la mesure où celles-ci tendraient à se rapprocher des conditions observées plus au sud, dans l'aire de répartition de certaines de ces espèces. Des incertitudes subsistent néanmoins, notamment quant aux effets du substrat sombre et de l'intensification des sécheresses.

Dans l'ensemble, le DVO met ainsi en évidence une forte sensibilité de plusieurs objets géologiques emblématiques de la Réserve aux évolutions climatiques à venir. Il souligne également l'existence de réponses contrastées selon les objets considérés, ce qui justifie une stratégie d'adaptation différenciée, fondée à la fois sur l'amélioration des connaissances, le suivi des évolutions et la réduction des pressions anthropiques.

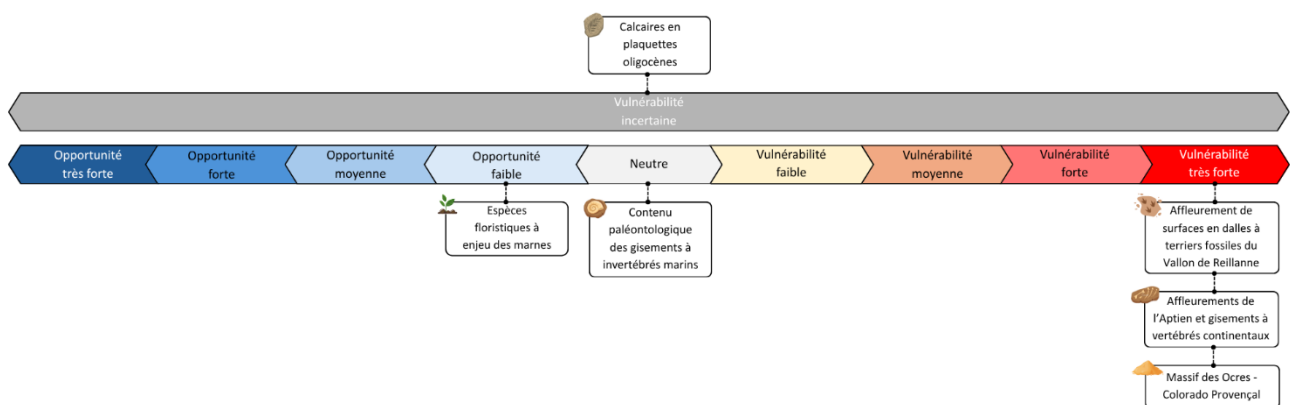


Figure 1. Schéma synthétique des résultats de l'analyse de vulnérabilité et d'opportunité au changement climatique des objets du patrimoine naturel de la RNG du Luberon

IV. Stratégie d'adaptation

1. Méthodologie de définition de la stratégie d'adaptation

La définition d'une stratégie d'adaptation est la première étape du plan d'adaptation. Fondée sur les résultats du DVO, elle donne la **ligne de conduite à moyen ou long terme** et le **projet collectif** pour la gestion de la réserve. Elle exprime le **positionnement des gestionnaires** concernant la prise en compte du changement climatique sur la réserve. Elle permet ainsi d'orienter la définition des mesures d'adaptation.

Définir cette stratégie d'adaptation implique de se poser les questions suivantes :

« *Compte tenu des résultats du DVO, que souhaitons et pouvons-nous atteindre à court, moyen et long terme ? Quel cap visons-nous pour l'aire protégée ?* » (Coudurier et al., 2023).

La réponse à ces questions peut correspondre à trois axes stratégiques :

Accepter

Admettre que le changement est en cours et « laisser faire » la nature, lui permettre de s'adapter de manière autonome.

Exemples : Libre évolution, observatoire du changement

Diriger

Accompagner les changements vers un futur plus désirable que si on ne faisait rien. Cela permet de mener des actions facilitatrices pour la résilience des espèces en favorisant leurs capacités d'adaptation.

Exemples : Travail sur les continuités écologiques, limitations des pressions extérieures

Résister

« **Lutter** » pour maintenir l'existant voire revenir aux conditions du passé (espèces, milieux, fonctionnalités) en agissant contre les changements et les évolutions. L'objectif est de conserver un état du patrimoine naturel. Dans le cadre du changement climatique, cette stratégie ne peut qu'être seulement temporaire, mais permet un gain de temps dans un contexte de bouleversements rapides.

Exemples : Translocation, maintien de niveaux d'eau, maintien de milieux ouverts

Une stratégie d'adaptation peut tout à fait **mêler les 3 axes et être évolutive dans le temps et dans l'espace**. Par exemple, il est possible de « laisser faire » dans certaines zones et d'accompagner dans d'autres, de résister temporairement avant d'accompagner. De plus, la stratégie et les mesures qui en découlent dépendent du contexte, des marges de manœuvre disponibles au sein de la réserve et du territoire, ainsi que des possibilités d'actions pour les vulnérabilités étudiées.

La stratégie d'adaptation est construite par le conservateur de la réserve et sera ensuite partagée avec les membres du comité consultatif de gestion et ceux du Conseil scientifique du Parc naturel régional du Luberon.

2. Stratégie d'adaptation de la RNG du Luberon

En tant que réserve géologique, la RNG du Luberon s'inscrit par essence dans une approche du temps long, qui considère les changements comme partie intégrante de l'histoire d'un site. L'érosion des roches est un phénomène naturel inéluctable.

A ce titre, même si sa rapidité et ses origines anthropiques le distinguent des évolutions climatiques passées, le changement climatique contemporain est un phénomène supplémentaire qui contribue à façonner les paysages du Luberon. La stratégie de la Réserve consiste donc à en **accepter les effets** et à laisser l'évolution se faire librement. Dans cette perspective, **peu d'interventions sont envisagées**, hormis des opérations ponctuelles de sécurisation des dalles à empreintes et à terriers fossiles qui, une fois mis à jour, peuvent s'éroder rapidement alors même qu'ils représentent des enjeux scientifiques forts.

Plus globalement, il s'agit surtout d'adopter une **posture d'observation afin de mieux comprendre les changements à l'œuvre**. Les principaux leviers d'action du gestionnaire consistent à **améliorer les connaissances** et à **diminuer les pressions anthropiques** qui s'ajoutent à celle du changement climatique afin de favoriser l'adaptation des milieux et des espèces. La Réserve souhaite également suivre la manière dont le changement climatique influencera les comportements des visiteurs.

Enfin, la Réserve souhaite contribuer à une meilleure appropriation par les habitants et les visiteurs des enjeux liés au changement climatique pour inspirer une prise de conscience et l'émergence de nouvelles dynamiques de prise en compte du changement climatique à une échelle plus large.

V. Analyse de la gestion actuelle

Le plan de gestion de la Réserve géologique intègre le climat et ses évolutions comme des facteurs extérieurs agissant sur les enjeux géologiques du site (érosion, mise à nu...), comme les dalles à empreintes (vent, pluie, gel, fortes amplitudes thermiques...). Des actions ciblées sont donc déjà prévues, dans le plan de gestion 2019-2028, pour en limiter les effets (Réserve naturelle géologique du Luberon, 2019). Globalement, la gestion pratiquée sur la réserve est peu interventionniste et semble déjà s'inscrire dans une démarche d'observation et d'acceptation des changements. Les actions se concentrent principalement sur l'amélioration des connaissances, la valorisation des patrimoines et la réduction des impacts des activités anthropiques.

Le conservateur de la Réserve est également membre du groupe projet changement climatique du Parc naturel régional du Luberon. En effet, à plus large échelle, la Réserve s'insère dans le PNR du Luberon qui intègre le changement climatique dans ses réflexions et ses actions. La charte du Parc place le changement climatique comme une préoccupation de premier plan dès son ambition générale : « *La Charte #Luberon2040 a pour ambition d'anticiper les évolutions environnementales, sociétales et climatiques afin de les atténuer et/ou de s'y adapter, en mettant en place des solutions pour parvenir à laisser à nos enfants des patrimoines, des ressources et des outils leur permettant à leur tour de transmettre un territoire préservé, habité et dynamique.* » (Parc naturel régional du Luberon, 2024). Le changement climatique apparaît ensuite dans la plupart des orientations de la charte. Enfin, le plan de paysage du Luberon-Lure intègre le changement climatique comme un facteur d'évolution des paysages qu'il faut anticiper et auquel il faut s'adapter.

VI. Vers une gestion adaptée au changement climatique

Le changement climatique conduit à réinterroger les objectifs et les actions de gestion existants afin de mieux compte de l'évolution du climat. La démarche Natur'Adapt permet de réfléchir à des mesures de gestion adaptées aux impacts futurs du changement climatique et compatibles avec l'équilibre dynamique des écosystèmes.

1. Qu'est ce qu'une mesure d'adaptation ?

Les mesures d'adaptation de la gestion **visent à agir sur les effets potentiels du changement climatique et sur les vulnérabilités identifiées** au sein de la réserve. Elles peuvent concerner :

- Les **opérations de gestion** du patrimoine naturel de la réserve, proactives ou non ;
Ex : Restauration de milieux, modification du système de pâturage, libre-évolution...
- Les **outils de gestion** ;
Ex : Périmètre de l'aire protégée, réglementation, acquisition foncière, mesures contractuelles, document de référence pour la gestion, équipe salariée, bénévoles, locaux, matériel...
- L'**amélioration des connaissances**, notamment en lien avec les lacunes identifiées lors de l'analyse prospective ;
Ex : Etudes, suivis, installation d'équipements, stations météo...
- La **communication** et la **sensibilisation** des publics au changement climatique et à ses effets, y compris des acteurs socioprofessionnels afin de les inciter à adapter leurs pratiques en tenant compte des effets sur la réserve ;
Ex : Vidéos, fiches de synthèse, animations, exposition...
- La **gouvernance** de l'aire protégée ;
Ex : Intégration d'un climatologue dans le conseil scientifique, création d'un groupe de travail dédié à la démarche...
- L'**implication des gestionnaires** dans différents projets et instances du territoire ;
- Le **suivi-évaluation** de la démarche d'adaptation, afin de s'assurer de rester dans un processus apprenant et adaptatif.

De manière générale, il s'agit de **suivre les effets du changement climatique**, d'en **limiter les effets négatifs** et, le cas échéant, **de tirer parti de ses effets positifs**. Cela passe souvent par la réduction des pressions anthropiques, l'amélioration du fonctionnement des milieux et de leur résilience.

La définition des mesures d'adaptation conduit souvent à raisonner à une échelle plus large que celle de la Réserve. Celles-ci peuvent ainsi concerner l'ensemble de son territoire ou certains secteurs particuliers, mais également dans sa zone d'interdépendance. Certaines actions peuvent donc dépasser le cadre strict de la Réserve, et leur mise en œuvre peut dépendre d'autres acteurs (Coudurier *et al.*, 2023).

IMPORTANT

Les mesures d'adaptation ne sont pas nécessairement des mesures « innovantes », révolutionnaires et inédites. Elles reposent souvent sur des actions et des mesures de gestion déjà existantes ou connues, mais dont l'objectif est réorienté vers l'adaptation au changement climatique. Il s'agit surtout de changer de perspective, de reconnaître que le contexte de la réserve naturelle évolue et qu'il continuera d'évoluer. L'important est donc **de passer d'une vision statique à une vision plus souple et dynamique de la gestion**, en se questionnant sur les objectifs et actions de gestion.

Plusieurs critères permettent d'évaluer la pertinence des mesures d'adaptation (Coudurier *et al.*, 2023). Si certaines d'entre elles ne répondent pas à tous ces critères, elles ne seront pas nécessairement écartées mais pourront être intégrées dans le plan de gestion, en précisant les précautions à prendre ou en adaptant leur priorisation.

Prioriser la préservation du patrimoine naturel

La préservation du patrimoine naturel et l'amélioration des fonctionnalités des milieux sont les raisons d'être des aires protégées. **L'urgence climatique ne doit pas aboutir à des solutions d'adaptation qui prendraient le pas sur la préservation de la nature.**

Favoriser les co-bénéfices

Il s'agit de mesures pouvant répondre à la vulnérabilité de plusieurs objets d'analyses (espèces, fonctionnalités...), servant à la fois l'adaptation et l'atténuation du changement climatique, servant plusieurs enjeux du patrimoine naturel, ayant des retombées positives pour d'autres acteurs, d'autres objectifs, d'autres territoires...

Privilégier les mesures « sans regret »

Ces mesures restent **pertinentes quelle que soit l'évolution climatique future**. Il est nécessaire **d'anticiper les éventuels désavantages ou freins** à leur mise en œuvre.

Eviter la mal-adaptation

C'est-à-dire **ne pas renforcer le changement climatique par exemple en émettant davantage de gaz à effet de serre dans l'atmosphère**, et ce quel que soit le pas de temps considéré. Il s'agit également de s'assurer d'avoir les connaissances nécessaires et de ne pas agir à la hâte afin d'anticiper les effets des mesures sur le long terme.

2. Méthodologie de définition des mesures

► *Réflexion croisée*

L'identification des mesures d'adaptation repose sur une réflexion croisant les éléments suivants :

- **La stratégie d'adaptation ;**

Quels sont les objectifs que l'on souhaite atteindre et quelles actions peuvent aider à y répondre ?

- **Les résultats de la phase d'analyse prospective ;**

Est-il possible d'améliorer les états de conservation des objets du patrimoine naturel étudiés ?

Est-il possible d'améliorer la capacité d'adaptation des objets vulnérables ?

Est-il possible de limiter les pressions extérieures actuelles et à venir ?

- **Le document de gestion.**

Les objectifs et actions définis dans la gestion actuelle sont-ils toujours pertinents dans un contexte de changement climatique ? Comment peuvent-ils être adaptés pour mieux intégrer ces futures conditions ?

► *Regroupement par thématiques*

Les mesures proposées dans ce document ont été regroupées par unités géologiques et complétées par des axes transversaux.

Les thématiques identifiées sont présentées dans la suite du document sous forme de fiches et sont les suivantes :

- Affleurements de surface en dalles à ichnites,
- Ensemble des affleurements des marnes de l'Aptien des gisements à vertébrés continentaux et la flore à enjeu associée,
- Calcaires en plaquettes oligocènes,
- Sensibilisation.

A NOTER

Selon l'avancement des réflexions et des besoins au moment de la rédaction du plan d'adaptation, **le niveau de définition des mesures peut varier**. Certaines mesures proposées ont été relativement bien détaillées, tandis que d'autres seront à approfondir en vue de leur éventuelle intégration dans le futur plan de gestion.

3. Les dalles à empreintes fossiles

DALLES

Cette entité regroupe des dalles à empreintes fossiles de mammifères et oiseaux et des dalles à terriers fossiles. Le vent, la pluie, le soleil, les fortes amplitudes thermiques, le gel sont d'ores et déjà des facteurs de détérioration des dalles. Avec le changement climatique, la dégradation des dalles pourrait s'accélérer. Le bénéfice d'une diminution du nombre de jours de gel est inconnu.

VULNÉRABILITÉ TRÈS FORTE

ANALYSE DE LA GESTION ACTUELLE

L'importance de ces dalles et leur fragilité ont justifié qu'un objectif à long terme du plan de gestion leur soit dédié. Plusieurs actions de conservation, prévues dans le plan de gestion, ont déjà été conduites ou sont en cours : création d'un muret de protection en amont de la dalle de Viens, installation d'une couverture sur la dalle de Saïgon, numérisation par photogrammétrie et scan 3D des sites...

► **OLT actuel : Assurer la conservation de l'information des dalles à empreintes**

ORIENTATION ENVISAGÉE POUR LE FUTUR

Les actions engagées pour la préservation de ces dalles intègrent d'ores et déjà les effets érosifs du climat. Elles doivent donc être poursuivies au titre de l'adaptation au changement climatique. En parallèle, il apparaît nécessaire de mieux connaître l'exposition effective de ces sites au changement climatique. Pour ce faire des suivis des paramètres climatiques les plus critiques sont envisagés.

PREMIÈRES PISTES D'ADAPTATION

Conserver l'information des dalles à empreintes

Protection physique des dalles et terriers

Comme tous les fossiles et gisements géologiques, le fait d'être enfouis dans le sol constitue la meilleure protection face à l'érosion par le climat. Si la tendance a souvent été de mettre à nue les dalles pour en permettre l'étude par les scientifiques et une valorisation auprès du grand public, cette mise au jour volontaire doit dorénavant faire l'objet d'une analyse préalable du risque de dégradation et des mesures à mettre en œuvre à l'issue des études pour les protéger.

En cas d'érosion très marquée sur certains secteurs, le ré-enfouissement de dalles aujourd'hui découvertes pourra également être envisagé.

D'autres systèmes de protection physique telle que la couverture installée sur la dalle de Saïgon pourront être étudiés sur des sites pédagogiques.

Le piétinement étant également un facteur d'érosion, la circulation sur les dalles devra également être limitée. Des mesures de protection réglementaire ou physique pourraient être prises en ce sens.

Ces différentes actions permettront de maintenir la connaissance disponible pour de futures recherches scientifiques.

Poursuite de la numérisation des dalles

Pour les dalles découvertes, il est proposé de poursuivre la numérisation par photogrammétrie pour en disposer d'une copie numérique. Cette numérisation sera également réalisée pour toute nouvelle découverte, avant d'envisager un ré-enfouissement ou une mise en protection pour les sites à fort enjeu. C'est le cas notamment du site situé dans la carrière de Triclavel, à Viens, couvert en grande partie à l'heure actuelle mais situé dans un fond de vallon exposé ; qui pourrait donc être dégagé à l'avenir.

Cette connaissance numérique devra être largement partagée avec les chercheurs mais également valorisée auprès du grand public, notamment pour améliorer la connaissance sur cet élément du patrimoine géologique. La valorisation des numérisations permettra également de faire connaître des sites dont l'accès pourrait, à terme, être fermé au public.

Améliorer la connaissance sur l'exposition effective des dalles aux facteurs climatiques

Mobilisation des données météorologiques de proximité afin de mieux caractériser les facteurs climatiques les plus déterminants dans l'érosion des dalles au sein de la Réserve, et ainsi d'alimenter la réflexion sur les mesures de protection les plus adaptées selon les sites, le gestionnaire s'appuiera en priorité sur les relevés issus des stations météorologiques situées à proximité. Si cela s'avérait nécessaire et si les moyens le permettaient, ces données pourraient être complétées, à plus long terme, par des relevés issus d'une station implantée sur le territoire de la Réserve.

Les paramètres à mobiliser sont, a minima :

- **la température (minimale journalière, maximale journalière, moyenne quotidienne), afin de caractériser les amplitudes thermiques et les périodes de gel ;**
- **le cumul quotidien des précipitations, afin d'identifier les épisodes de pluie intense, plus susceptibles de lessiver les sols ou d'éroder les roches.**

Le vent et l'ensoleillement pourront également être pris en compte, dans la mesure où des données pertinentes et suffisamment localisées seront disponibles.

4. Les affleurements de marnes de l'Aptien et la flore à enjeu associée

MARNES

Les affleurements de l'Aptien sont constitués de marnes grises fossilifères (ammonites, bélemnites...). Ils ont participé à la description du stratotype historique de l'étage Aptien. Ces marnes abritent également une flore remarquable.

Du fait de leur nature et de leur exposition, les marnes sont particulièrement sensibles au ruissellement et un ravinement qu'il génère. L'érosion par les pluies conduit au dégagement des fossiles, ce qui en accélère leur dégradation. L'érosion pourrait se renforcer sous l'effet d'une éventuelle intensification des pluies notamment en hiver mais également de l'accroissement et l'allongement des périodes de sécheresse. Les évolutions du climat pourraient en revanche représenter une opportunité pour certaines espèces floristiques adaptées aux milieux secs instables. L'analyse des effets de l'érosion est applicable aux marnes à vertébrés continentaux de l'Oligocène (Enjeu 3 du plan de gestion 2019-2028).

Affleurements des marnes de l'Aptien
Espèces floristiques à enjeu des marnes

VULNÉRABILITÉ TRÈS FORTE

OPPORTUNITÉ FAIBLE

ANALYSE DE LA GESTION ACTUELLE

Là encore, le gestionnaire a dédié un objectif à long terme à cet enjeu prioritaire dans le plan de gestion de la Réserve. Il vise notamment à prévenir la destruction des affleurements de l'Aptien, stopper les prélèvements illégaux dans les affleurements et participer à la gestion de l'ENS des Marnes de la Tuilière. Certaines actions ont été initiées. Le plan de gestion de l'ENS des Marnes de la Tuilière a été rédigé par le conservateur de la RNG, en intégrant le changement climatique.

Concernant la flore, le plan de gestion axe son intervention sur une amélioration des connaissances sur les espèces.

- ▶ **OLT actuel** : Préserver le bon état des affleurements de l'Aptien subsistants dans le bassin d'Apt

ORIENTATION ENVISAGÉE POUR LE FUTUR

Le principal enjeu sur ces milieux est de mieux comprendre et documenter l'évolution de l'érosion des marnes sous l'effet du changement climatique. Le second volet consiste à suivre l'évolution des populations de Sainfoin humble d'Europe, espèce patrimoniale du site. Ce suivi permettra d'étudier l'hypothèse selon laquelle le changement climatique, en réduisant la concurrence avec d'autres espèces, pourrait bénéficier à ce sainfoin.

PREMIÈRES PISTES D'ADAPTATION

Amélioration de la connaissance sur l'érosion des marnes

Suivi de l'érosion des marnes

Au sein de la Réserve, les facteurs climatiques à l'origine de l'érosion des marnes devraient se renforcer rapidement dans les décennies qui viennent. Un suivi de l'érosion de ces formations serait donc intéressant pour documenter le phénomène et permettre d'en anticiper les effets.

Une prise de contact avec Vincent Ollivier, du laboratoire méditerranéen de préhistoire Europe-Afrique (LAMPEA) du CNRS a permis d'en dresser les contours.

Il est proposé, dans un premier temps de conduire une **étude diachronique** permettant de **reconstituer la dynamique d'érosion du territoire sur le temps long**. Cette étude s'appuiera sur le principe des

nucléides cosmogéniques. Cette méthode permet, en mesurant l'accumulation des cosmonucléides dans les roches, d'évaluer le taux de dénudation du substrat. Cette étude ne peut être menée à une échelle fine et sera donc associée à une étude géomorphologique incluant des datations du paysage sur le dernier millénaire.

Dans un second temps, un **suivi régulier** sera engagé sur le site des marnes de la Tuilière. Plusieurs protocoles peuvent être envisagés. Aussi, il est proposé qu'un stage, co-porté par le LAMPEA, soit ouvert en 2027 pour définir le protocole le plus approprié au site, ainsi qu'aux moyens financiers et humains disponibles pour faire vivre ce suivi dans le temps. En effet, pour permettre des corrélations fines entre des événements climatiques et une érosion constatée sur le terrain, le pas de temps entre chaque relevé de l'érosion doit être assez fin et couplé à des données météorologiques précises.

Ce stage étudiera également la possibilité de coupler le suivi scientifique à un relevé participatif ciblé associant les visiteurs. Les **sciences participatives** peuvent en effet, lorsqu'elles sont bien adaptées au public ciblé, constituer une source importante de données. Elles constituent également un levier d'appropriation des sujets par les participants.

La mise en œuvre du suivi régulier pourra, en fonction du protocole retenu, être pris en main par les équipes de la réserve ou confié à un tiers formé (e.g. stagiaire).

Mise en place d'une station météorologique

Afin de corréliser les relevés issus des suivis d'érosion avec les conditions climatiques, il est proposé d'installer une station météorologique sur le site.

Les besoins seront discutés avec le LAMPEA.

Les paramètres à relever pourront être précisés avec le LAMPEA. A minima, comme pour les stations prévues sur les dalles à empreintes, les éléments suivants seraient à enregistrer :

- la température (minimale journalière, maximale journalière, moyenne quotidienne) pour connaître l'amplitude thermique et les périodes de gel,
- le cumul quotidien des précipitations pour identifier les précipitations intenses, plus susceptibles de lessiver les sols.

Suivi de la flore à enjeu

Suivi des populations de Sainfoin humble d'Europe

Afin de connaître la dynamique évolutive des populations de Sainfoin humble d'Europe dans un contexte de changement climatique, il est proposé de mener un inventaire exhaustif de la population du site de la Tuilière via un travail de cartographie précise des surfaces recouvertes par l'espèce. En effet, la plante, vivace, se développe généralement par « nappes » ou taches de présence qui sont en principe très pérennes. Le relevé par polygones de ces taches, répété tous les 3 à 5 ans permettrait de comparer les surfaces occupées par l'espèce au cours du temps.

Lors des relevés, diverses informations complémentaires seraient également à noter : recouvrement de la végétation, pentes, menaces actives ou potentielles observées, etc.

Afin de documenter l'évolution des populations de plantes compagnes de l'espèce, un relevé phytosociologique pourrait être intéressant.

Ce niveau de suivi est envisageable au regard du faible effectif et de l'étendue réduite de la population mais nécessite un engagement sur le long terme pour être pertinent.

5. Les calcaires en plaquettes oligocènes

CALCAIRES EN PLAQUETTES

Les calcaires en plaquettes renferment une diversité remarquable de fossiles constituant une valeur scientifique majeure pour la Réserve. Du fait de leur structure physique, les calcaires en plaquettes présentent une forte sensibilité à l'érosion.

Le changement climatique pourrait avoir des effets opposés sur ces milieux en fonction des paramètres climatiques considérés. La baisse du nombre de jour de gel permettrait de réduire le rythme de dégradation. En revanche, l'augmentation des précipitations intenses accentuerait le ravinement et donc l'érosion. Il en va de même pour le développement du couvert végétal, qui pourrait à la fois être bénéfique pour contrebalancer l'effets des pluies intenses en stabilisant le milieu, et en parallèle générer une dégradation des éléments dans le sol via le développement racinaire.

VULNÉRABILITÉ TRÈS FORTE

ANALYSE DE LA GESTION ACTUELLE

L'amélioration de la connaissance sur la paléo-biodiversité contenue dans les calcaires en plaquettes est identifiée comme le premier objectif à long terme du plan de gestion. Cet OLT intègre également des actions de préservation de ces gisements via notamment une attention sur les travaux réalisés dans ces secteurs ou des actions ciblées sur la lutte contre les prélèvements illégaux.

- ▶ **OLT actuel : Mieux connaître la paléobiodiversité contenue dans les calcaires en plaquettes oligocènes**



ORIENTATION ENVISAGÉE POUR LE FUTUR

Les effets incertains du changement climatique sur les calcaires en plaquettes oligocènes appellent une certaine prudence. Au-delà de la poursuite des actions prévues au plan de gestion actuel, permettant de limiter les pressions anthropiques, il est proposé ici de documenter l'évolution de ces milieux dans un contexte climatique changeant.



PREMIÈRES PISTES D'ADAPTATION

Mise en place d'une veille sur l'érosion

Les pluies intenses pourraient accentuer le ruissellement et les glissements de terrain, mettant ainsi au jour de nouveaux gisements fossilifères. Une veille devrait être mise en place afin de ne pas perdre l'information contenue dans ces gisements et d'en prélever les éléments les plus remarquables avant qu'ils ne se dégradent.

Pour ce faire, les zones les plus susceptibles d'être mises à nu seront identifiées par croisement des données topographiques et de celles relatives au recouvrement végétal. Les secteurs les plus sensibles feront l'objet d'une visite de terrain destinée à valider les résultats théoriques de l'analyse. En cas de confirmation, une veille sera mise en place après chaque événement climatique significatif. Le seuil de déclenchement de ces visites, correspondant à un cumul quotidien de précipitations, pourra être affiné progressivement, de manière à n'engager une action qu'en cas de risque réel de mise au jour d'un gisement.

6. Sensibilisation

SENSIBILISATION

La RNG du Luberon se trouve au cœur du PNR du Luberon et en marge du Colorado provençal, territoires très touristiques qui attirent de nombreux visiteurs. Même si une grande partie de son territoire n'est pas accessible au public car relevant du domaine privé, des éléments de la Réserve comme les dalles en empreintes ou les Gorges du Régalon constituent des points d'attraction touristique. Le changement climatique viendra probablement bouleverser la manière dont les visiteurs fréquentent les sites de la Réserve, en termes de périodes ou d'horaires. Le changement climatique entraînera également des conséquences pour les habitants du territoire.

ANALYSE DE LA GESTION ACTUELLE

La Réserve prend à cœur ses missions de sensibilisation du public qui la visite et des habitants du territoire. Des supports pédagogiques sont installés sur le territoire. L'équipe de la Réserve accueille également des sorties et réalise des interventions auprès des habitants, en dehors des périodes d'afflux touristique.

► **OLT actuel : Améliorer l'appropriation et l'intégration de la RN dans son territoire**

ORIENTATION ENVISAGÉE POUR LE FUTUR

En tant que géologue, le conservateur dispose de connaissances solides sur le climat et de ses évolutions à l'échelle des temps géologiques. En s'appuyant sur ce bagage, il souhaite positionner la Réserve comme relais d'information sur ce sujet pour encourager l'appropriation de la thématique du changement climatique et favoriser sa prise en compte sur le territoire.

La Réserve souhaite également poursuivre son analyse de la fréquentation et documenter l'évolution des comportements, principalement sous l'effet de la hausse des températures.

PREMIÈRES PISTES D'ADAPTATION

Suivre la fréquentation de la réserve

Relevé et analyse des données des éco-compteurs

Les gorges de Régalon sont équipées d'éco-compteurs qui permettent le suivi de la fréquentation. A noter que l'accès aux gorges est actuellement interdit pour raison de sécurité (chutes de pierres). Ce site, qui conserve une certaine fraîcheur aux heures les plus chaudes, pourrait constituer une zone de report prisée avec la hausse des températures. La poursuite de ce suivi de la fréquentation sera donc un enjeu pour vérifier cette hypothèse et mettre en œuvre les éventuelles actions de gestion de ces nouveaux flux.

Un suivi équivalent sur d'autres sites fréquentés comme les marnes de la Tuilière pourrait se révéler pertinent.

Faire connaître les effets pressentis du changement climatique sur le territoire et diffuser la stratégie d'adaptation de la gestion de la réserve

Partage de la démarche d'adaptation auprès des acteurs directement impliqués dans la gestion de la réserve

Les enseignements de la démarche d'adaptation doivent être communiqués aux membres du comité consultatif et du conseil scientifique. Ceci vise à favoriser leur appropriation des connaissances sur les

tendances climatiques, leur compréhension et leur acceptation de la stratégie des gestionnaires mais aussi discuter des propositions de mesures d'adaptation.

Faire connaître les mécanismes et les effets du changement climatique sur le territoire

Les effets du changement climatique sont perçus de manière sensible par les habitants du territoire. La Réserve a un rôle à jouer pour fournir des éléments de connaissance et d'analyse pour permettre une meilleure compréhension des phénomènes par les habitants et élus locaux. Plusieurs médias pourront être mobilisés à ces fins :

- Réalisation d'une conférence grand public destinée aux habitants du territoire sur les enjeux du changement climatique et leurs répercussions locales (cf. action ci-dessous) ;
- Une valorisation du récit prospectif permettant à chaque visiteur du territoire, aux habitants et élus de toucher du doigt les perspectives d'évolution du territoire sous l'effet du changement climatique ;
- Lors de l'actualisation des contenus des panneaux pédagogiques ou de la conception de nouveaux supports de communication, il serait intéressant d'intégrer davantage de notions liées au changement climatique pour partager les apprentissages de la démarche Natur'Adapt au grand public.

Conférence sur le climat et le changement climatique dans les réserves géologiques

Les réserves géologiques du Luberon et de la Sainte-Victoire offrent des archives géologiques et fossiles exceptionnelles, permettant d'illustrer de manière concrète les changements climatiques et leurs impacts sur les écosystèmes. Les gestionnaires souhaitent ainsi exploiter ce potentiel pour faire le parallèle avec le changement climatique contemporain et sensibiliser le grand public.

Dans ce cadre, l'idée d'organiser une conférence a été proposée, s'appuyant sur un premier travail réalisé par Thierry Tortosa. L'objectif est de montrer que les changements climatiques observés aujourd'hui trouvent des parallèles dans le passé, où des variations du climat ont entraîné des conséquences écologiques majeures, telles que des extinctions (de mammifères et de dinosaures) ou de profondes transformations des écosystèmes.

Un premier temps de travail et de réflexion a déjà été mené entre les gestionnaires des deux réserves, au cours duquel la structure de la conférence a été définie :

1. Introduction : présentation des grandes notions clés sur le climat et le changement climatique, indispensables à la compréhension du sujet.
2. Mise en parallèle passé / présent : illustration de phénomènes marquants pour comparer les crises climatiques passées et les observations actuelles et futures.
3. Échanges et débat : un temps de discussion permettant d'approfondir les questions et de favoriser l'interaction avec le public.

La première partie servira de base commune pour toutes les conférences, tandis que les deux parties suivantes seront adaptées à chaque réserve afin de tenir compte des spécificités du territoire et des thématiques choisies par les gestionnaires.

Le travail de définition du contenu et de mise en forme du support de conférence sera poursuivi par les Conservateurs afin de pouvoir le valoriser lors de la Journée mondiale du climat, célébrée chaque année le 8 décembre.

VII. Bilan et perspectives

La démarche Natur'Adapt, du diagnostic jusqu'au plan d'adaptation, aura permis au gestionnaire de prendre conscience des évolutions climatiques locales à venir et de leurs conséquences possibles sur les écosystèmes, les activités socio-économiques et la gestion de la Réserve. Cette prise de conscience constitue un résultat au moins aussi important que les livrables produits au cours de la démarche. La rédaction de ces derniers a d'ailleurs été l'occasion de synthétiser l'ensemble de ces réflexions. Ils permettront notamment d'alimenter le futur plan de gestion, mais ont également vocation à guider les gestionnaires tout au long de la vie de la Réserve. Ils constituent aussi des documents d'appui pour échanger avec les acteurs du territoire sur la thématique du changement climatique.

Les gestionnaires se trouvent dans une logique d'acceptation des évolutions liées au changement climatique au sein de la Réserve. La démarche a notamment permis de prendre conscience des très nombreuses incertitudes qui subsistent à chaque étape du processus. Certaines sont inévitables, mais d'autres tiennent à un manque de connaissances, de la part des gestionnaires comme de la communauté scientifique. L'amélioration des connaissances représente donc une piste essentielle pour mieux comprendre les évolutions en cours et affiner l'adaptation de la gestion de la Réserve. Il s'agit ainsi d'adopter une posture d'observation afin de mieux comprendre les changements à l'œuvre dans la Réserve, plutôt que d'agir dans la précipitation.

De plus, la réduction des pressions anthropiques, qui s'ajoutent à celles liées aux évolutions climatiques, constitue un axe de travail important. La sensibilisation et la surveillance sont donc au cœur de la stratégie des gestionnaires, qui souhaitent poursuivre et approfondir l'accompagnement des activités humaines se déroulant sur la Réserve et à sa périphérie.

Par ailleurs, l'adaptation au changement climatique est une démarche qui doit être menée collectivement. À ce titre, l'ancrage territorial ainsi que la sensibilisation des acteurs locaux et du grand public constituent des leviers importants pour encourager l'appropriation du sujet par le plus grand nombre et favoriser la prise en compte du changement climatique dans la gestion de la Réserve, et plus largement à l'échelle du territoire du Luberon. En effet, la question des impacts du changement climatique représente une opportunité de fédérer les acteurs du territoire, dans la mesure où elle constitue un enjeu commun qui les concerne tous.

Enfin, il convient de rappeler que la démarche d'adaptation a été menée à partir d'une liste non exhaustive d'objets considérés comme représentatifs de la Réserve. Cette réflexion a vocation à être étendue à l'ensemble des éléments qui la composent. De plus, de nombreux paramètres liés à la Réserve, tels que l'état des connaissances, le contexte local ou encore les décisions extérieures, évolueront certainement. Ainsi, les analyses et réflexions produites dans le cadre de la démarche ne sont pas figées. Le projet Natur'Adapt Sud constitue donc un point de départ pour la prise en compte du changement climatique dans la gestion de la Réserve et ouvre de nombreuses perspectives pour les gestionnaires. Ces derniers ont pu s'approprier le sujet et disposent désormais de clés pour faire vivre cette thématique au sein de l'aire protégée et sur son territoire.

Liste des acronymes

CEN	Conservatoire d'espaces naturels
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
DVO	Diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité face au changement climatique
ENS	Espace naturel sensible
LAMPEA	Laboratoire méditerranéen de préhistoire Europe-Afrique
OFB	Office français de la biodiversité
OLT	Objectif à long terme
ONF	Office national des forêts
PACA	Provence-Alpes-Côte d'Azur
PNR	Parc naturel régional
RNF	Réserves Naturelles de France
RNG	Réserve naturelle géologique

Bibliographie

COUDURIER, Christine, PETIT, Laëtitia, TISSOT, Anne-Cerise, LOCHON, Iris, DANE, Juliette et CHAMPION, Emmanuelle, 2023. *Démarche d'adaptation au changement climatique Natur'Adapt – Guide méthodologique d'élaboration d'un diagnostic de vulnérabilité et d'opportunité et d'un plan d'adaptation à l'échelle d'une aire protégée* [en ligne]. 11 février 2023. [Consulté le 7 mars 2023]. Disponible à l'adresse : <https://naturadapt.com/groups/communaute/documents/556/get>

KELLER, Laureen, LEGAL, Stéphane, MICHEL, Laurent, ABIS, Ophélie, GATEL, Maëlle et NOJAROFF, Noémie, 2026. *Diagnostic prospectif de vulnérabilité et d'opportunité au changement climatique – Réserve naturelle géologique du Luberon*. Projet Natur'Adapt Sud : Adaptation de la gestion des réserves naturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur au changement climatique.

PARC NATUREL RÉGIONAL DU LUBERON, 2024. *L'essentiel du projet de charte 2025-2040. Mieux comprendre le projet de territoire*. avril 2024.

RÉSERVE NATURELLE GÉOLOGIQUE DU LUBERON, 2019. Plan de gestion de la réserve naturelle géologique du Luberon 2019-2028.

NATUR' ADAPT SUD

Coordinateur du projet



Partenaires techniques



Partenaires financiers



Réserves naturelles participantes



Réserve Naturelle
CAMARGUE



Réserve Naturelle
COUSSOLS DE CRAU



Réserve Naturelle
L'ILON



Réserve Naturelle géologique
LUBERON



Réserve Naturelle
MARAIS DU VIGUEIRAT



Réserve Naturelle
DES PARTIAS



Réserve Naturelle
PLAINÉ DES MAURES



Réserve Naturelle
POURRA - DOMAINE DU RANQUET



Réserve Naturelle
POITEVINE-REGARDE-VENIR



Réserve Naturelle
RISTOLAS – MONT-VISO



Réserve Naturelle
SAINTE-VICTOIRE



Réserve Naturelle Régionale
SAINT-MAURIN



Réserve Naturelle
TOUR DUVALAT