



© S.Gomez-CENB

Diagnostic de vulnérabilité

Démarche d'adaptation au changement
climatique du site classé **Monts du Mâconnais
et des roches de Solutré-Pouilly et Vergisson**



Auteurs

Aurélien POIREL – Chargé de missions territoriales de Saône et Loire, Conservatoire d’espaces naturels de Bourgogne

Contribution et relecture

Aurélien POIREL – Chargé de missions territoriales de Saône et Loire, Conservatoire d’espaces naturels de Bourgogne

Antoni ARDOUIN – Chargé de missions territoriales de Côte d’Or, Référent connaissances abiotiques, Conservatoire d’espaces naturels de Bourgogne

Stéphanie BEAUSSIER – Gestionnaire du patrimoine naturel et Paysage du Grand Site de Solutré, Département de Saône et Loire

Estelle LABBE-BOURDON – Inspectrice des sites en Nièvre et Saône et Loire, DREAL Bourgogne-Franche-Comté

Remerciements

Nous remercions les partenaires techniques et institutionnels du site pour les échanges riches au cours du projet :

- le Conseil Départemental de Saône-et-Loire - Equipe du Grand Site de Solutré-Pouilly Vergisson et en particulier Stéphanie Beaussier.
- la DREAL BFC au titre de sa politique des Sites Classés et en particulier Estelle Labbé-Bourdon, Inspectrice des sites.
- la DDT de Saône-et-Loire au titre de Natura 2000 : Isabelle Gastellier et Sylvie Barnel.

Ainsi que les partenaires du Life Natur’Adapt :

- l’équipe de RNF du LIFE Natur’Adapt pour son accompagnement.
- l’ensemble des sites pilotes et des sites tests pour les productions et échanges inspirants.

Citation de l’ouvrage

POIREL A., ARDOUIN A., GOMEZ S., 2022. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique des Monts du Mâconnais. LIFE Natur’Adapt – Rapport Conservatoire d’espaces naturels de Bourgogne. 52 p.

Table des matières

RÉSUMÉ.....	5
INTRODUCTION	6
Monts du Mâconnais et Roches de Solutré-Pouilly et Vergisson.....	7
Présentation des Monts du Mâconnais	7
Périmètre et statuts.....	7
Présentation du territoire.....	8
Les Monts du Mâconnais et le changement climatique	9
Le climat actuel.....	9
Etat des lieux de la prise en compte du changement climatique sur le territoire.....	10
LE CLIMAT PASSÉ, PRÉSENT, FUTUR.....	11
Les normales climatiques (1981-2010)	11
Températures.....	11
Précipitations	12
Les évolutions récentes du climat.....	12
Le climat futur	16
Les évolutions des températures.....	16
Les évolutions des précipitations.....	17
Les évolutions des phénomènes d’occurrences de chaleur et de froid.....	20
L’indice de feu météorologique	20
Les sécheresses futures	21
Les Pressions non climatiques.....	25
Activités viticoles.....	25
Urbanisation.....	25
Tourisme	26
Pâturage.....	26
Sylviculture.....	27
Fragmentation des milieux	27
L’Analyse de la vulnérabilité.....	28
Les objets du patrimoine naturel	29
Choix des objets	29
Synthèse de la vulnérabilité.....	29
Les moyens de gestion	35
Choix des objets.....	35
Synthèse de la vulnérabilité.....	35
Les activités humaines dans et en dehors de l’Aire Protégée.....	38

Choix des objets	38
Synthèse de la vulnérabilité	38
Les nouveaux arrivants	42
RÉCIT PROSPECTIF DES MONTS DU MACONNAIS SOUS L'EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	45
Pelouses calcicoles	45
Le paysage viticole	46
Les paysages bocagers	46
Les forêts	46
CONCLUSION	48
LISTE DES ACRONYMES	48
GLOSSAIRE	48
BIBLIOGRAPHIE	51

RÉSUMÉ

Sur un territoire des Monts du Mâconnais présentant de multiples enjeux et de nombreuses politiques de préservation de la biodiversité et des paysages, la réalisation d'un Diagnostic de Vulnérabilité et d'Opportunité (DVO) s'est avérée très complémentaire au diagnostic du Document Unique de Gestion réalisé précédemment (Jeandenand et Reffalo, 2017). L'émergence de la prise en compte des évolutions climatiques dans la gestion des aires protégées est devenue une évidence au travers des retours d'expérience du Life Natur'Adapt. Par ailleurs, il est paru intéressant à plus large échelle de pouvoir tester et enrichir le retour d'expérience en étant Site test du Life Natur'Adapt. Le test de cette démarche dans un contexte de pelouses calcicoles en plaine, à la croisée des climats continentaux, océaniques et des influences plus méridionales issues du couloir rhodanien est apparu intéressant au regard des milieux ayant précédemment fait l'objet de la démarche en tant que site pilote.

L'analyse du Climat passé, présent et futur est un préalable indispensable à cette démarche de diagnostic. Il s'intéresse notamment à l'évolution de plusieurs paramètres climatiques qui semblent être les plus structurants pour la végétation présente sur le territoire selon les différents scénarios d'évolutions climatiques envisageables à ce stade. L'augmentation des températures, des vagues de chaleur, de la probabilité des incendies... sont autant d'évolutions climatiques qui influencent déjà et devraient influencer fortement toutes les composantes du territoire dans les années à venir. Par analogie, la situation d'ici quelques décennies pourrait ainsi se rapprocher du contexte climatique actuel de Montélimar, dans la Drôme située 200 kilomètres plus au sud.

Ce document ambitionne de fournir un diagnostic du devenir d'une quinzaine d'habitats naturels, espèces, processus écologique et activités humaines sur le territoire dans un contexte de changements climatiques. Il est enrichi d'une analyse de potentiels futurs arrivants sur le territoire et d'une démarche prospective permettant de brosser un portrait potentiel du territoire dans le climat de demain.

Centrée sur les milieux semi-naturels du territoire et leur gestion, elle s'inscrit néanmoins dans un territoire et une zone d'interdépendance où les travaux réalisés par d'autres acteurs, notamment économiques, visent également à s'adapter aux évolutions climatiques. A la suite de la réalisation du Plan d'adaptation, il s'agira ainsi de pouvoir articuler ces différentes démarches et interroger leurs cohérences pour la préservation des paysages et de ce qui fait la spécificité de ce territoire dans les organes de gouvernance du territoire du Grand Site de France Solutré Pouilly Vergisson.

INTRODUCTION

Le site classé des Monts du Mâconnais est un territoire situé peu à l'Ouest de Mâcon, entre Lyon et Dijon, dans le département de Saône-et-Loire (71).

Depuis de nombreuses années, ce territoire attire le regard du monde de la Recherche dans de nombreux domaines allant de l'archéologie à la sociologie en passant par la géologie et les sciences naturelles. Les acteurs et usagers du territoire y sont attachés par l'emblème que représente dans le paysage, les Roches de Solutré et de Vergisson.

Une fréquentation importante et une volonté du territoire de maîtriser son développement s'est traduit par l'obtention puis le renouvellement du label « Grand Site de France » porté par le Conseil Départemental de Saône-et-Loire au côté des collectivités locales.

A partir des années 2000, au travers d'un Life « Pelouses de Bourgogne » le Conservatoire d'espaces naturels de Bourgogne a commencé à agir pour la gestion des pelouses calcicoles du territoire. Il continue depuis en lien avec de nombreux acteurs et notamment au travers des politiques Site Classé et Natura 2000.

Le projet LIFE Natur'Adapt vise à intégrer les enjeux du changement climatique dans la gestion des espaces naturels protégés européens. Coordonné par Réserves Naturelles de France, il s'appuie sur un processus d'apprentissage collectif sur 5 ans (2018-2023), autour de trois axes :

- L'élaboration d'outils et de méthodes opérationnels à destination des gestionnaires d'espaces naturels, notamment pour élaborer un diagnostic de vulnérabilité au changement climatique et un plan d'adaptation ;
- Le développement et l'animation d'une communauté transdisciplinaire autour des espaces naturels et du changement climatique ;
- L'activation de tous les leviers (institutionnels, financiers, sensibilisation...) nécessaires pour la mise en œuvre concrète de l'adaptation.

Les différents outils et méthodes ont été expérimentés sur six réserves naturelles partenaires du projet, puis revus et testés sur 15 autres sites avant d'être déployés aux échelles nationale et européenne. Le site classé des Monts du mâconnais constitue l'un de ces quinze sites test.

Sa situation en plaine, les milieux ouverts secs et forestiers qui le composent et la protection des paysages que constitue le Site classé, en font un exemple original parmi les sites où la démarche est en cours de test.

Monts du Mâconnais et Roches de Solutré-Pouilly et Vergisson

Présentation des Monts du Mâconnais

Périmètre et statuts

Le site classé des Monts du Mâconnais constitue le cœur de l'aire protégée considérée. S'y ajoutent les entités Natura 2000 de pelouses calcaires sur les communes de Bussières (Monsard) et Leynes (Bois de Fée). Ce site Classé, l'est notamment pour la présence de promontoires ou "roches" occupées encore à l'heure actuelle par des complexes de pelouses calcaires à fort enjeu de conservation jusqu'en limite des falaises. Reconnues d'intérêt européen, les pelouses calcicoles et leur biodiversité ont justifié la désignation d'un site Natura 2000 au sein du site Classé.

La multiplicité des statuts (Site classé, Site inscrit Natura 2000, Sites gérés par un Conservatoire d'espaces naturels) a poussé la DREAL BFC à faire réaliser un « Document Unique de Gestion » (Jeandenand et Reffalo, 2017), véritable document de gestion pour l'ensemble de ces politiques sur l'aire protégée. Il constitue le document de référence pour la gestion à ce jour utilisé sur l'aire protégée. Par ailleurs, le statut de Grand Site de France obtenu en 2013 et renouvelé en 2020 permet notamment l'organisation d'une gouvernance sur le territoire.

Le Conseil Départemental de Saône-et-Loire, gestionnaire du Grand Site de France, la DREAL BFC, au titre de sa mission d'inspection des Sites Classés, ont notamment apporté leur connaissance du territoire et de ses acteurs pour contribuer à la rédaction du présent document par le Conservatoire d'espaces naturels de Bourgogne.

Carte d'identité

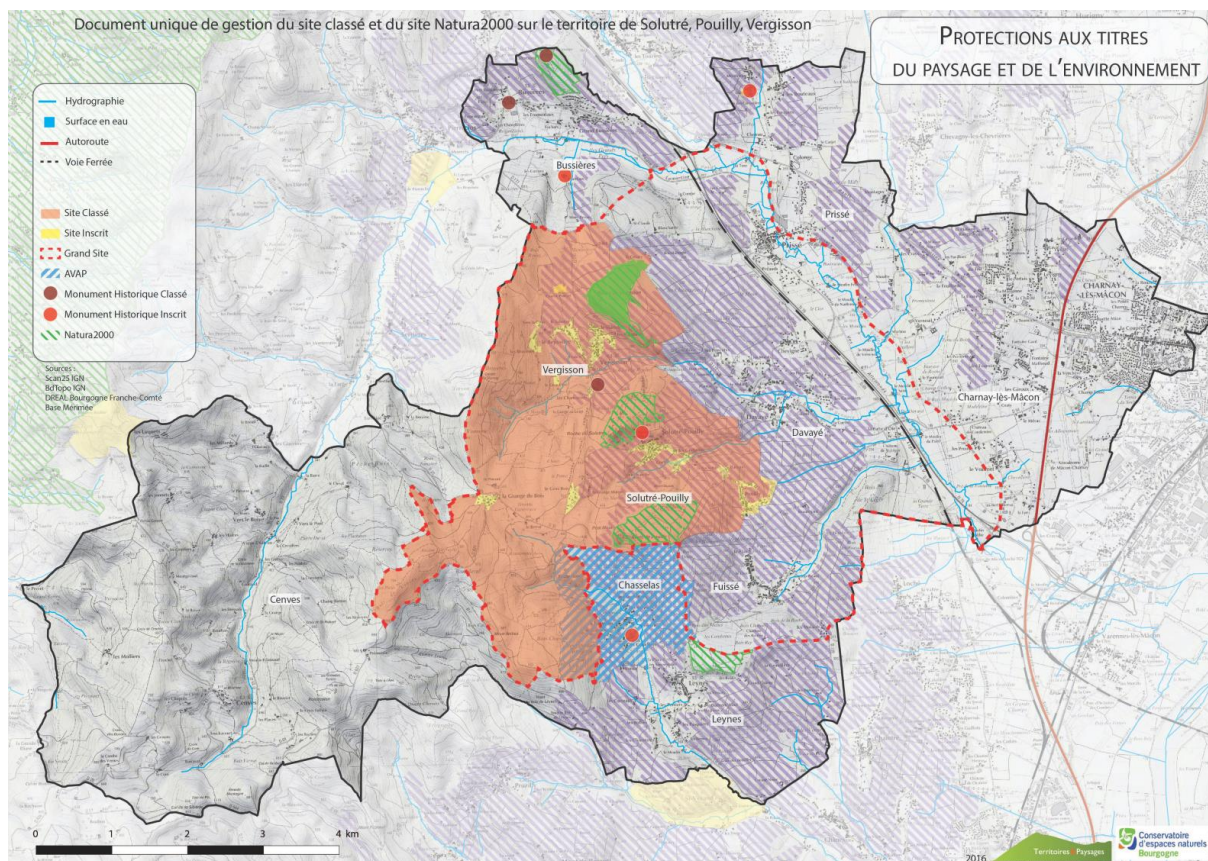
Nom : Site Classé des Roches de Solutré, Vergisson et Mont de Pouilly

Date de création : 2017 (extension du site de 1955)
Site Classé N°SC_71_037

Localisation : 8 km à l'Ouest de Mâcon
– Saône-et-Loire Surface : 1460 ha

Milieux : Pelouses calcicoles et milieux rupestres, vigne, forêt, bocage

Activités humaines : activités de pleine nature, viticulture, élevage, sylviculture...



Carte 1 : Périmètres des politiques de protection du paysage et de la biodiversité sur le territoire

Présentation du territoire

Situés à l’extrême sud de la Bourgogne dans le département de la Saône-et-Loire, les monts du Mâconnais sont rythmés par une succession de sommets calcaires dont les plus connus sont la Roche de Solutré et celle de Vergisson. Caractérisé par un relief très fracturé et organisé, ce territoire présente un paysage singulier où s’opposent les falaises, les plateaux avec leurs pelouses calcaires, les trames régulières des vignobles sur les versants, les boisements qui coiffent les sommets de certains monts et coteaux, et les prairies dans les fonds de vallon. Implantés au milieu du vignoble, différents villages et hameaux viennent piqueter ce paysage et contribuer à son identité. Intercalés entre la vallée de la Grosne à l’Ouest, la plaine de la Saône à l’Est et le massif du Beaujolais au Sud, les monts du Mâconnais constituent une enclave originale marquant une zone de transition entre le nord et le sud de la France.

Des milieux prairiaux très liés à l’activité d’élevage sont présentes sur le territoire principalement dans les secteurs de vallée. Les caractéristiques de ces prairies sont très variables suivant leur situation (vallée, versant calcaire, versant granitique, etc.) et leur modalité de gestion agricole (pression de pâturage, régime de fauche, etc.). Un autre quart du territoire est composé de milieux forestiers avec notamment des hêtraies en versant nord mais aussi près d’un quart de plantations de résineux. Enfin, 40% du territoire est occupé par des milieux agricoles de grandes cultures mais surtout de vignes.

La notoriété de la Roche de Solutré et la proximité des agglomérations mâconnaise et lyonnaise en ont fait un site très fréquenté. Environ 200 000 visiteurs se concentrent tous les ans au pied de la Roche de Solutré. Le Grand Site de Solutré organise et accueille le tourisme avec notamment la présence de la maison du Grand Site de Solutré. Les principales activités touristiques sont tournées vers les sports de pleine nature (randonnées sportives et/ou thématiques, escalade, vol libre, aéromodélisme, ball-trap, spéléologie, VTT...).

Le patrimoine géologique est important avec notamment la lecture paysagère des chaînons monoclinaux qui se caractérisent notamment par une orientation nord / sud, un talus à pente raide tourné vers l'ouest et un flanc en pente douce tourné vers l'est. Ces formations géologiques sont uniques dans ce secteur de la France.

Cette aire protégée doit aussi sa célébrité, depuis plus d'un siècle, à l'archéologie préhistorique. Connue à l'égal de Lascaux ou des Eyzies, le site a donné son nom au Solutréen, civilisation du Paléolithique supérieur. La Roche de Solutré fut ce que les archéologues appellent un « Killing site », un lieu de chasse et d'abattage d'animaux sauvages. Le patrimoine historique n'est pas en reste avec une forte occupation des lieux par les romains, une époque du moyen âge très riche avec la construction de châteaux sur les promontoires rocheux et plus récemment l'influence de Lamartine et de Mitterrand, personnages politiques attachés à ce territoire.

Les Monts du Mâconnais et le changement climatique

Le climat actuel

Le document unique de gestion des Monts du Mâconnais (Jeandenand & Refalo, 2017) décrit le climat du site de la façon suivante.

La température moyenne annuelle est de 11,8 °C (Mâcon) et la pluviométrie moyenne annuelle variant de 809 mm (Davayé) à 940 mm (Cenves).

Le climat de la zone d'étude est caractérisé par des températures globalement douces, dont les moyennes mensuelles ne sont jamais négatives et sont rarement au-dessus de 20°C, ce qui dépeint un climat plutôt océanique. Le caractère océanique bien marqué à l'ouest de la zone d'étude est renforcé par une pluviométrie qui est plus élevée avec des précipitations assez homogènes sur l'année. C'est également un climat teinté de méridionalité plus particulièrement dans sa partie orientale où la saison estivale exceptionnellement chaude, ensoleillée (environ 2000 h d'ensoleillement annuel) et longue pour cette latitude : sept mois, d'avril à octobre, ont une température moyenne supérieure à 10 °C. Ce caractère méridional est renforcé par sa position partiellement abritée des vents d'ouest derrière l'écran protecteur des reliefs occidentaux qui induit un effet d'abri pluvial et un effet de Foehn (maximal sur la côte viticole). On peut considérer que les monts du Mâconnais sont soumis à un climat qui voit s'affronter, les remontées méridionales à l'est et une atlantécité marquée à l'ouest.

Situé au sein du domaine biogéographique continental, le territoire n'en est pas moins soumis à un climat océanique dégradé et fortement influencé par une dimension méridionale. Cette « croisée des chemins » climatique s'avère particulièrement intéressante au moment d'établir le récit climatique.

A noter également qu'à l'échelle d'un territoire de relativement petite taille, ces caractéristiques générales sont modulées par des effets d'exposition, les monts donnant des pentes d'orientations diverses, responsables de mésoclimats particuliers : les maximales estivales sont plus élevées sur les versants exposés au sud (caractère thermophile marqué) que ceux exposés au nord. Ce contraste climatique influence directement la composition et la répartition des communautés animales et végétales sur le territoire (Jeandenand & Refalo, 2017).

Etat des lieux de la prise en compte du changement climatique sur le territoire

Au-delà du Document de gestion du site, la volonté de déployer la démarche Natur'Adapt sur le territoire répond à un certain nombre d'enjeux déjà identifiés par les gestionnaires :

- Enjeu de prise en compte des processus de changements climatiques dans les niveaux de vulnérabilité et de responsabilités des espèces et des habitats naturels. Il nous semble pertinent de mieux connaître pour agir.
- Enjeu d'adaptation des pratiques pastorales sur des milieux naturels déjà xérophiles.
- Enjeu d'adaptation des pratiques touristiques et sylvicoles en lien avec la Biodiversité.
- Enjeu de vulgarisation et de communication de ces changements climatiques vers les acteurs et la population du territoire. Pour ce dernier point cela peut même être un vecteur important d'appropriation de l'aire protégée.
- Enjeu de renforcement de la lutte contre les pressions déjà existantes nécessitant de travailler sur le volet viticole.
- Enjeu de co-construction sur le capital naturel et social en travaillant sur leur résilience.

Dans le document unique de gestion des Monts du Mâconnais (Jeandenand & Refalo, 2017), plusieurs opérations s'inscrivent directement ou indirectement dans la prise en compte du changement climatique et de ses effets :

- Dans les parties liées à l'urbanisme et l'architecture, la fiche action D-2-1 « Elaborer un cahier de recommandations architecturales des villages du Grand Site » préconise notamment l'élaboration d'une fiche relative à l'adaptation aux enjeux énergétiques et climatiques dans ce cahier de recommandation. Celui-ci n'est pas encore rédigé à ce jour.
- Depuis de nombreuses années, les mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) sont déployées sur le territoire afin d'assurer une gestion optimale des pelouses calcicoles par fauche ou pâturage. Si l'effet recherché est avant tout celui de la préservation de la biodiversité, ces espaces ont également un rôle dans l'atténuation du changement climatique par leur rôle de puit de carbone, dans les sols notamment.
- Enfin, de manière transversale dans le document de gestion, nombre d'objectifs et d'actions ont pour but de maintenir ou d'augmenter la résilience des écosystèmes du territoire face à un ensemble de pressions anthropiques. Il s'agit par exemple des objectifs de diversification des boisements monospécifiques, du maintien de mosaïques entre milieux ouverts et arbustifs...

Sur le territoire, d'autres démarches sont en cours sur la question du changement climatique dans d'autres domaines. On peut notamment citer le Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) porté par Mâconnais Beaujolais Agglomération (MBA), l'agglomération de Mâcon regroupant la majorité des communes du Site Classé, qui a notamment pour objectif de « préserver la qualité de l'air, lutter contre le changement climatique et s'y adapter ».

Ce plan s'appuie sur une stratégie, des objectifs opérationnels chiffrés et des actions concrètes en faveur du développement durable. Il a vocation à mobiliser l'ensemble des acteurs du territoire pour mieux connaître leurs pratiques, et cibler des actions pertinentes. Mâconnais Beaujolais Agglomération travaille actuellement sur la stratégie de ce PCAET.

L'ensemble des documents issus du test de la démarche Natur'Adapt seront notamment transmis à la Collectivité dans ce cadre, pour inscrire des actions dans ce PCAET.

Par ailleurs, la viticulture s'appuie également sur la Recherche concernant l'adaptation aux changements climatiques. A l'échelle bourguignonne comme à l'échelle locale (Vinipôle Sud Bourgogne, Lycée de Davayé) des travaux et expérimentations sont en cours pour prendre en compte et s'adapter aux évolutions climatiques et leur impact sur la viticulture.

LE CLIMAT PASSÉ, PRÉSENT, FUTUR

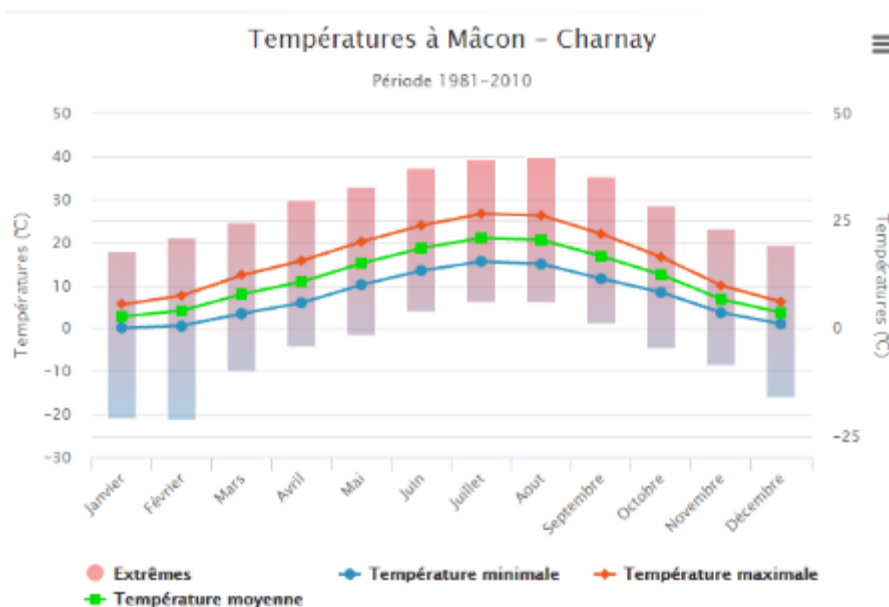
Pour cette partie, nous nous baserons sur les normales climatiques de la période 1981-2010 et les différentes simulations disponibles sur la plateforme internet Drias, les futurs du climat.

Les normales climatiques (1981-2010)

Le climat des monts du mâconnais est de type océanique (nommé Cfb dans la classification de Köppen et Geiger). On y retrouve une température moyenne annuelle douce et des précipitations élevées. Le site retenu pour la démarche Natu'Adapt n'abrite pas de station météorologique. La plus proche, celle utilisée pour définir les normales, se situe à Mâcon-Charnay (46,30°N | 4,80°E) à une altitude de 219 m sur l'aérodrome. C'est une station Météo-France en service depuis le 1^{er} janvier 1973.

Températures

La température moyenne annuelle pour la période 1981-2010 est de 11,7°C, la maximale moyenne de 16°C et la minimale moyenne 7,4°C (cf. graphique 1). Concernant les extrêmes, la température la plus chaude jamais relevées est de 39,8°C le 13 août 2003, tandis que la plus froide est de -18,4°C le 17 janvier 1985.



Graphique 1 : Diagramme thermique de la station météorologique de la station Météo-France de Mâcon-Charnay pour la période 1981-2010 (Infloclimat.fr)

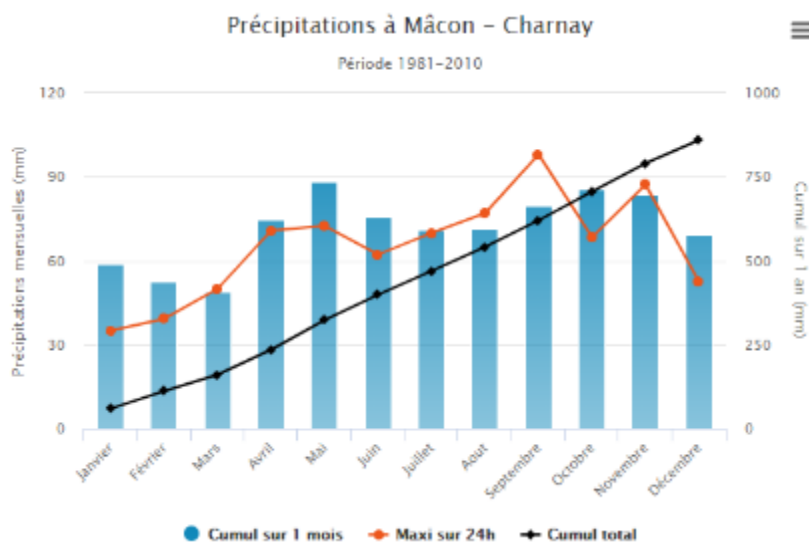
Concernant l'ensoleillement, la moyenne annuelle y est de 1 881,9 heures avec une moyenne mensuelle de 157 heures. Ce qui frappe surtout au niveau de cette station, c'est la prédominance du brouillard une bonne partie de l'hiver, 41 jours en moyenne/an (<http://www.meteofrance.fr/documents/10192/21101/3390-48.pdf/c40e0c45-e5ca-43fd-a33b-df3bb6cd0170>). Sa position géographique dans la vallée de la Saône, en bordure de la rivière et au pied des monts du mâconnais est favorable à l'expression de brouillards souvent denses qui peuvent ne pas se dissiper pendant plusieurs jours. Sous ces brouillards, la température peine à grimper, et peut rester souvent proche de 0°C, offrant de magnifiques inversions thermiques avec les hauteurs environnantes (parfois plus de 15°C d'écart à quelques kilomètres).

Concernant l'occurrence des températures, la température maximale dépasse les 20°C ($T_x \geq 20^\circ\text{C}$) 135 jours/an entre mars et novembre, les 25°C (phénomène de jours d'été) 64,2 jours/an entre avril et octobre et les 30°C (phénomène de fortes chaleurs) 16,9 jours/an entre mai et septembre. Le phénomène de nuits tropicales (température minimale > 20°C ou $T_n > 20^\circ\text{C}$) a lieu en moyenne 7,2 jours/an entre juin et septembre.

Les jours de gel (température minimale (Tn) < 0°C) ont lieu 53,7 jours/an entre octobre et avril. La température est inférieure à -5°C, 8,8 jours/an entre novembre et mars et à -10°C 1,1 jours/an entre décembre et février. Les jours sans dégel (température maximale (Tx) < 0°C) ont lieu 9,8 jours/an entre novembre et février.

Précipitations

Les précipitations moyennes annuelles pour la période 1981-2010 sont de 859,3 mm. Le nombre de jours de pluie (hauteur d'eau > 1 mm) par an est de 114 jours/an avec en moyenne entre 8 et 11 jours de pluie par mois. Les mois de mai, octobre et novembre sont traditionnellement les plus arrosés avec plus de 80 mm en moyenne. Les mois de février et mars sont les plus secs avec 50 mm environ. Les précipitations sous forme de neige y sont exceptionnelles.



Graphique 2 : Cumuls annuels, mensuels de précipitations et maxima en 24 h pour la station météorologique de la station Météo-France de Mâcon-Charnay pour la période 1981-2010 (Infloclimat.fr)

En moyenne sur l'année, 25,2 jours affichent des cumuls de précipitations supérieurs à 10 mm (RR>10 mm).

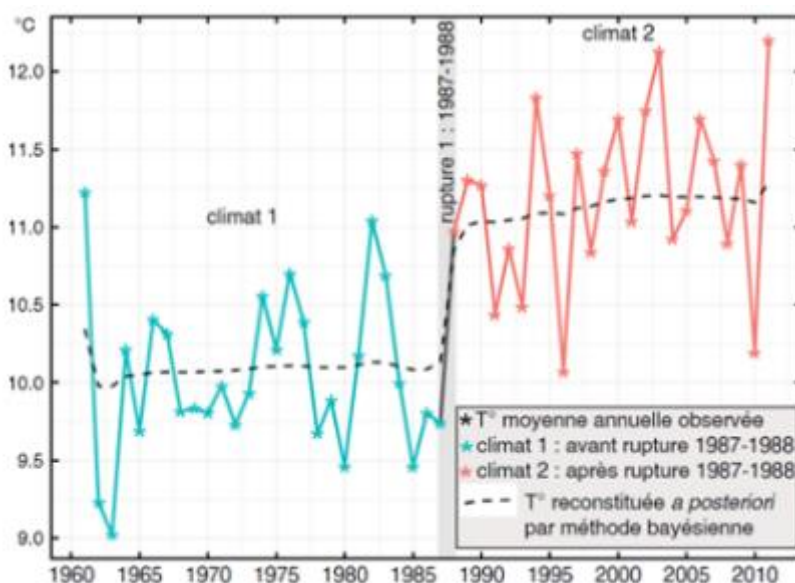
Actuellement, les événements climatiques extrêmes touchant le secteur sont les sécheresses et les canicules durant la période estivale. On peut aussi noter les gelées tardives (mi-avril). En lien avec les sécheresses et les périodes plus humides, le risque retrait-gonflement des argiles a été observé sur des communes du territoire étudié.

Les évolutions récentes du climat

Les évolutions récentes se font sur la base de l'historique des données de la station météorologique de Mâcon-Charnay entre 1961 et 2020. Elles sont calculées à partir de la tendance d'évolution des paramètres climatiques.

Même si les années ne se ressemblent pas, la tendance est à l'augmentation pour les températures moyennes annuelles. On estime à une hausse de +1,4°C l'augmentation de la température moyenne annuelle entre les normales de la période 1961-1990 et celles de la période 1991-2020 (cf. tableau 1). Les augmentations les plus importantes des températures moyennes ont eu lieu entre les mois de novembre et de mars confirmant ainsi le ressenti général stipulant « qu'il n'y a plus d'hiver ». L'augmentation la plus importante concerne le mois de juin avec une hausse de +2,1°C. Le graphique 3, issu du projet HYCCARE sur le changement climatique en Bourgogne, précise qu'une rupture climatique a eu lieu en 1987-1988 avec

une hausse brutale des températures moyennes annuelles marquant le passage à un climat régional plus chaud.



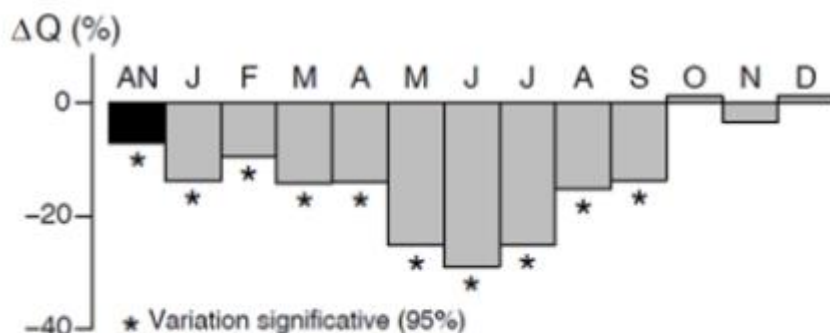
Graphique 3 : Evolution des températures moyennes annuelles en Bourgogne de 1961 à 2014 (Richard et Castel, 2012, Castel et al., 2014)

Les précipitations ont quant à elles augmentées de 50 mm environ entre ces 2 périodes avec des augmentations significatives sur les mois de juillet, septembre et novembre (gain de minimum 30% de précipitation).

		janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	Sur la période
Précipitations en mm	1961-1990	66,3	60,9	58,7	69,4	85,9	74,7	58,1	77,1	75,7	71,7	72,7	70,4	841,6
	1991-2020	61,1	50,3	52,7	68,1	83,8	80,2	79,5	76,9	75,7	93,8	99,6	73,4	895,1
Ecart en %		-7,84	-17,41	-10,22	-1,87	-2,44	7,36	36,83	-0,26	0,00	30,82	37,00	4,26	6,36
Moyennes mensuelles en °C	1961-1990	2,1	4	6,8	10	13,9	17,5	20,1	19,4	16,4	11,7	6	2,7	10,9
	1991-2020	3,5	4,7	8,5	11,8	15,8	19,6	21,6	21,2	17,1	12,7	7,3	4,1	12,3
Ecart en °C		+1,4	+0,7	+1,7	+1,8	+1,9	+2,1	+1,5	+1,8	+0,7	+1	+1,3	+1,4	1,4

Tableau 1 : Evolution des précipitations et températures moyennes annuelles et mensuelles sur les périodes 1961-1999 et 1991-2020 (Infloclimat.fr)

Toutefois, on note depuis cette rupture climatique, une baisse des débits des cours d'eau généralisée malgré des précipitations constantes. L'étiage est plus précoce et plus marqué. Seul l'automne semble ne pas être impacté et affiche des débits similaires à la période pré-rupture (cf. graphique 4). Plus finement, au niveau des sols, on observe une baisse du nombre de jours de percolation (au cours desquels s'effectue la recharge des nappes souterraines) et une augmentation du nombre de jours de stress hydrique pour la végétation, avec des disparités territoriales notables.



Q : différence relative des débits moyens avant et après 1988. Un taux négatif signifie une baisse entre les deux périodes concernées.

AN : valeur annuelle ; J, F, M, A, M, J, J, A, S, O, N, D : valeurs mensuelles correspondant à la moyenne mobile sur trois mois.

Graphique 4 : Taux d'évolution des débits des cours d'eau en Bourgogne après la rupture climatique (Brulebois et al. In prep.)

Pour comprendre ce phénomène de perte de débit malgré des précipitations égales, il faut se tourner vers le cycle de l'eau et l'évapotranspiration.

D'après le rapport HYCCARE : « L'eau de pluie ruisselle jusqu'au cours d'eau ou s'infiltre dans les sols. Une partie de cette eau dans les sols s'infiltre dans le sous-sol et arrive, *in fine*, dans les nappes et les cours d'eau ; une autre partie s'évapore ou est utilisée par les plantes (ces deux phénomènes forment l'évapotranspiration) et retourne ainsi à l'atmosphère. Or, la hausse des températures favorise l'évapotranspiration et donc la « perte » d'eau sous forme gazeuse. Ainsi, pour un bassin-versant, à précipitations égales, le réchauffement climatique pourrait induire une augmentation de la part de l'eau évapotranspirée et donc une baisse des niveaux de nappes et des débits des cours d'eau. » HYCCARE, 2016.

Entre 1971 et 2020, les phénomènes d'occurrence des jours de chaleur sont tous en hausse. Les jours de forte chaleur sont en augmentation de plus de 7 jours/an, les jours d'été de près de 15 j/an soit un gain de 2 semaines en 50 ans et le nombre de nuits tropicales a quasiment doublé. Pour les phénomènes de froid, c'est l'inverse, l'ensemble des paramètres sont orientés à la baisse mais dans des proportions moindres que les occurrences de chaleur hormis pour les jours de très forte gelée ($T_n \leq -10$) qui tendent à disparaître. Dans le détail, on s'aperçoit que les jours de forte chaleur, ceux d'été et de nuits tropicales apparaissent plus tôt en saison et se poursuivent à l'automne (cf. tableau 2).

Paramètre (en jours)	1971-2000 (en j/an)	1991-2020 (en j/an)	Ecart (en j/an)	Ecart (en %)
Tx \geq 30 (forte chaleur)	19,1	26,8	+7,7	40,3
Tx \geq 25 (jours d'été)	60,3	75	+14,7	24,4
Tx \geq 20	123,5	143	+19,5	15,8
Tn \geq 20 (nuit tropicale)	4,8	8,7	+3,9	81,3
Tx \leq 0 (jours sans dégel)	15,9	13,4	-2,5	-15,7
Tn \leq 0 (gelée)	53,8	50,1	-3,7	-6,9
Tn \leq -5 (forte gelée)	14,9	14,1	-0,8	-5,4
Tn \leq -10	8,3	5,1	-3,2	-38,6

Tableau 2 : Evolution des occurrences de températures sur les périodes 1971-2000 et 1991-2020 (Infloclimat.fr)

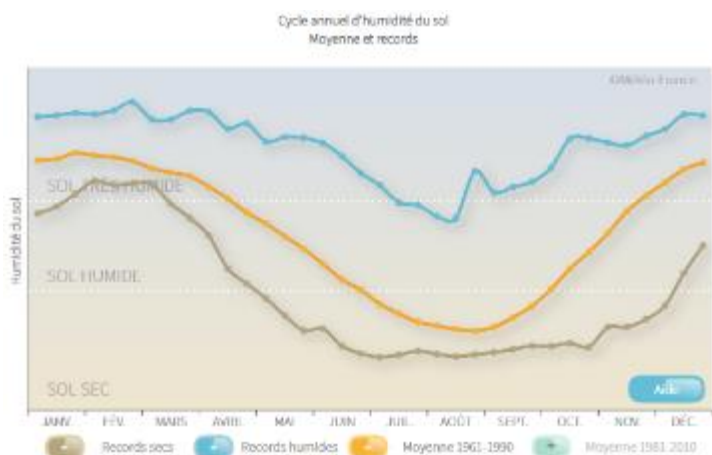
L'explorateur du climat de Météo France, Climat HD précise pour la ville de Mâcon l'évolution récente du climat. Par saisons, on obtient l'analyse suivante :

Des hivers plus doux, mais beaucoup de variabilité : L'évolution des températures moyennes en hiver en Bourgogne montre un réchauffement depuis 1959. Sur la période 1959-2009, la tendance observée sur les températures moyennes hivernales se situe entre +0,2 °C et +0,3 °C par décennie. Les deux hivers les plus doux depuis 1959 en Bourgogne sont les hivers 2015/2016 et 2019/2020. L'hiver 1962/1963 reste, de très loin, le plus froid enregistré en Bourgogne depuis 1959.

Des printemps nettement plus doux : L'évolution des températures moyennes au printemps en Bourgogne montre un net réchauffement depuis 1959. Sur la période 1959-2009, la tendance observée sur les températures moyennes printanières se situe entre +0,3 °C et +0,4 °C par décennie. Les trois printemps les plus doux depuis 1959 en Bourgogne, 2007, 2011 et 2020, ont été observés au XXI^e siècle.

Des étés nettement plus chauds : L'évolution des températures moyennes en été en Bourgogne montre un net réchauffement depuis 1959. Sur la période 1959-2009, la tendance observée sur les températures moyennes estivales se situe entre +0,4 °C et 0,5 °C par décennie. Les trois étés les plus chauds depuis 1959 en Bourgogne, 2003, 2015 et 2018, ont été observés au XXI^e siècle. L'été 2003 apparaît nettement comme l'été le plus chaud d'entre eux.

Un réchauffement moins marqué en automne : L'évolution des températures moyennes en automne en Bourgogne montre un réchauffement depuis 1959. Sur la période 1959-2009, la tendance observée sur les températures moyennes automnales se situe entre +0,1 °C et +0,2 °C par décennie. Les quatre automnes les plus chauds depuis 1959 en Bourgogne, 2006, 2011 et 2014 et 2018, ont été observés au XXI^e siècle.



Graphique 5 : Cycle annuel d'humidité du sol (SWI) entre 1961 et 2010 (Climat HD)

D'après Climat HD :

« Un sol plus sec au printemps et en été mais plus humide en automne »

La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol entre les périodes de référence climatique 1961-1990 et 1981-2010 sur la Bourgogne montre un assèchement faible de l'ordre de 3 % sur l'année, concernant principalement le printemps et l'été.

En termes d'impact potentiel pour la végétation et les cultures non irriguées, cette évolution se traduit par un léger allongement moyen de la période de sol sec (SSWI inférieur à 0,5) en été et d'une diminution faible de la période de sol très humide (SSWI supérieur à 0,9) au printemps. Pour les cultures irriguées, cette évolution se traduit potentiellement par un accroissement du besoin en irrigation. À l'inverse, l'humidité plus forte du sol en automne et début d'hiver favorise la recharge des ressources souterraines. On note que les événements récents de sécheresse de 2011 et 2003 correspondent aux records de sol sec depuis 1959 respectivement pour les mois de mai et août. »

Le climat futur

Les tendances climatiques futures sont majoritairement issues du site Drias (<http://www.drias-climat.fr/>). Il met à disposition plusieurs projections climatiques selon différents modèles. Comme précisé sur le site internet, Drias a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL, CERFACS, CNRM). Pour notre secteur d'étude, nous avons sélectionnés les données provenant du modèle numérique ALADIN 63 CNRM-CM5 (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement International).

Le point retenu pour l'analyse sur la grille SAFRAN est celui centré sur la commune de Chaintré (71 570) avec un rayon de 5 km (46.2605 degrés / 4.7592 degrés).

Les tendances climatiques futures du site d'étude sont établies pour 3 horizons :

- Horizon 1 (H1) : période 2021-2050
- Horizon 2 (H2) : période 2041-2070
- Horizon 3 (H3) : période 2071-2100
- La période de référence lorsqu'elle n'est pas précisée s'étend de 1951 à 2005

Les tendances climatiques futures du site d'étude sont établies pour 2 profils d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre (RCP 4.5 et RCP 8.5 Representative Concentration Pathway) sur les 4 retenus par le GIEC pour le 5^{ème} rapport.

Le RCP 4.5 : scénario à émissions mondiales modérées qui se stabilisent en 2050 grâce à des mesures limitant le changement climatique.

Le RCP 8.5 : scénario à fortes émissions mondiales de gaz à effet de serre entraînant le réchauffement le plus prononcé.

Ces profils ont été traduits en termes de forçage radiatif, c'est-à-dire de modification du bilan radiatif de la planète. Le bilan radiatif représente la différence entre le rayonnement solaire reçu et le rayonnement infrarouge réémis par la planète. Il est calculé au sommet de la troposphère (entre 10 et 16 km d'altitude). Sous l'effet de facteurs d'évolution du climat, comme par exemple la concentration en gaz à effet de serre, ce bilan se modifie : on parle de forçage radiatif.

Les 4 profils RCP correspondent chacun à une évolution différente de ce forçage à l'horizon 2300. Ils sont identifiés par un nombre, exprimé en W/m² (puissance par unité de surface), qui indique la valeur du forçage considéré. Plus cette valeur est élevée plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

Les évolutions des températures

Quel que soit le scénario, l'augmentation de la température moyenne journalière devrait se poursuivre jusqu'à la fin du siècle est certainement au-delà. Pour le RCP le plus « optimiste » l'augmentation de la température devrait atteindre 2,1 °C d'ici à 2100 par rapport à la période de référence. Avec une hausse de +1,4°C entre 1961 et 2020, il paraît illusoire de penser que nous contiendrons une hausse de seulement 2,1°C pour la fin du siècle. Le RCP le plus « pessimiste » table quant à lui sur une hausse de minimum 3,8°C d'ici à 2100 ce qui placerait Mâcon au même niveau que la ville actuelle de Grenade (Espagne) pour cet indicateur.

Cette tendance à l'augmentation s'appliquerait aussi aux températures minimales journalières et maximales. Le RCP 4.5 table sur une hausse des températures minimales journalières de 1,97°C pour 2100 et le RCP 8.5, sur une hausse de 3,62°C. Pour les maximales journalières le RCP 4,5, annonce une hausse de 2,3°C pour 2100 contre 4,03°C pour le RCP 8.5.

Paramètres	Référence 1951-2005	Période 2021-2050 (H1)		Période 2041-2070 (H2)		Période 2071-2100 (H3)	
		RCP 4,5	RCP 8,5	RCP 4,5	RCP 8,5	RCP 4,5	RCP 8,5
Température moyenne journalière (°C)	11,42	12,92	12,69	13,08	13,52	13,53	15,25
Température minimale journalière (°C)	7,88	9,27	9,02	9,39	9,86	9,85	11,5
Température maximale journalière (°C)	14,97	16,57	16,37	16,77	17,19	17,21	19

Tableau 3 : Evolution des températures moyennes journalières par horizons et par RCP

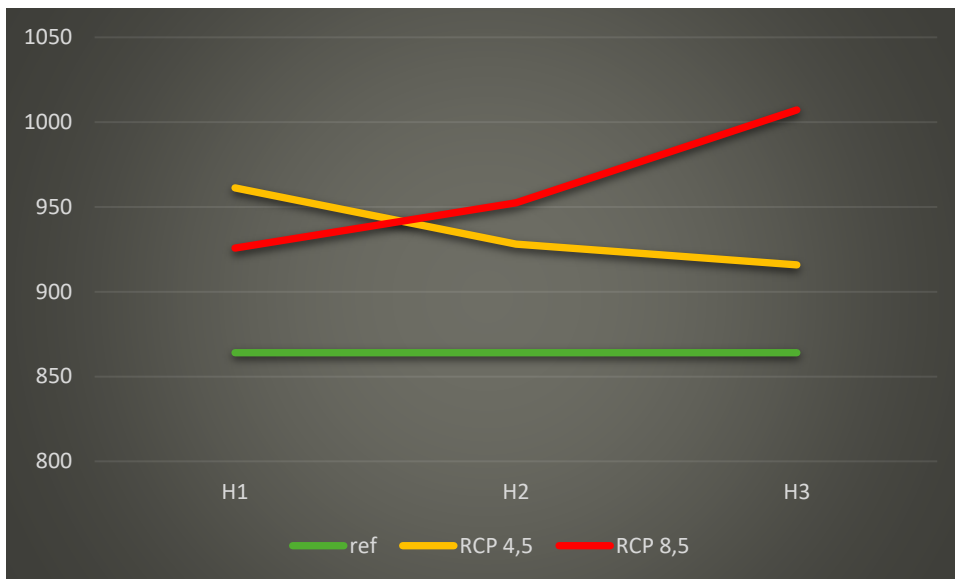
Si l'on regarde plus précisément au niveau des saisons, la tendance est aussi à la hausse quel que soit le RCP et l'horizon retenu.

Les évolutions des précipitations

Le modèle ALADIN prévoit une augmentation des cumuls annuels de précipitation pour chaque horizon quel que soit le RCP. Toutefois, selon le RCP 4.5, la hausse pourrait être marquée pour la période 2021-2050 (+100 mm/an environ) avant de décliner progressivement sur la période 2071-2100 (+51 mm/an). Le RCP 8.5 prévoit une hausse mesurée pour la période 2021-2050 (+61 mm) jusqu'à un pic à plus de 1 000 mm/an sur la période 2071-2100 (soit +143 mm/an par rapport à la référence). Il faut tout de même rester vigilant quant à cette simulation qui paraît complexe à justifier statistiquement au contraire des températures.

Paramètres	Référence 1951-2005	Période 2021-2050 (H1)		Période 2041-2070 (H2)		Période 2071-2100 (H3)	
		RCP 4,5	RCP 8,5	RCP 4,5	RCP 8,5	RCP 4,5	RCP 8,5
Cumul de précipitation (mm)	864,03	961,24	925,73	928,09	952,35	915,84	1007,2
Nombre de jours de pluie (jour(s))	129,3	133,3	130,97	127,63	128,3	129,43	125,13
Période de sécheresse (jour(s))	18	18	20	21	20	20	20

Tableau 4 : Evolution des précipitations moyennes annuelles par horizons et par RCP

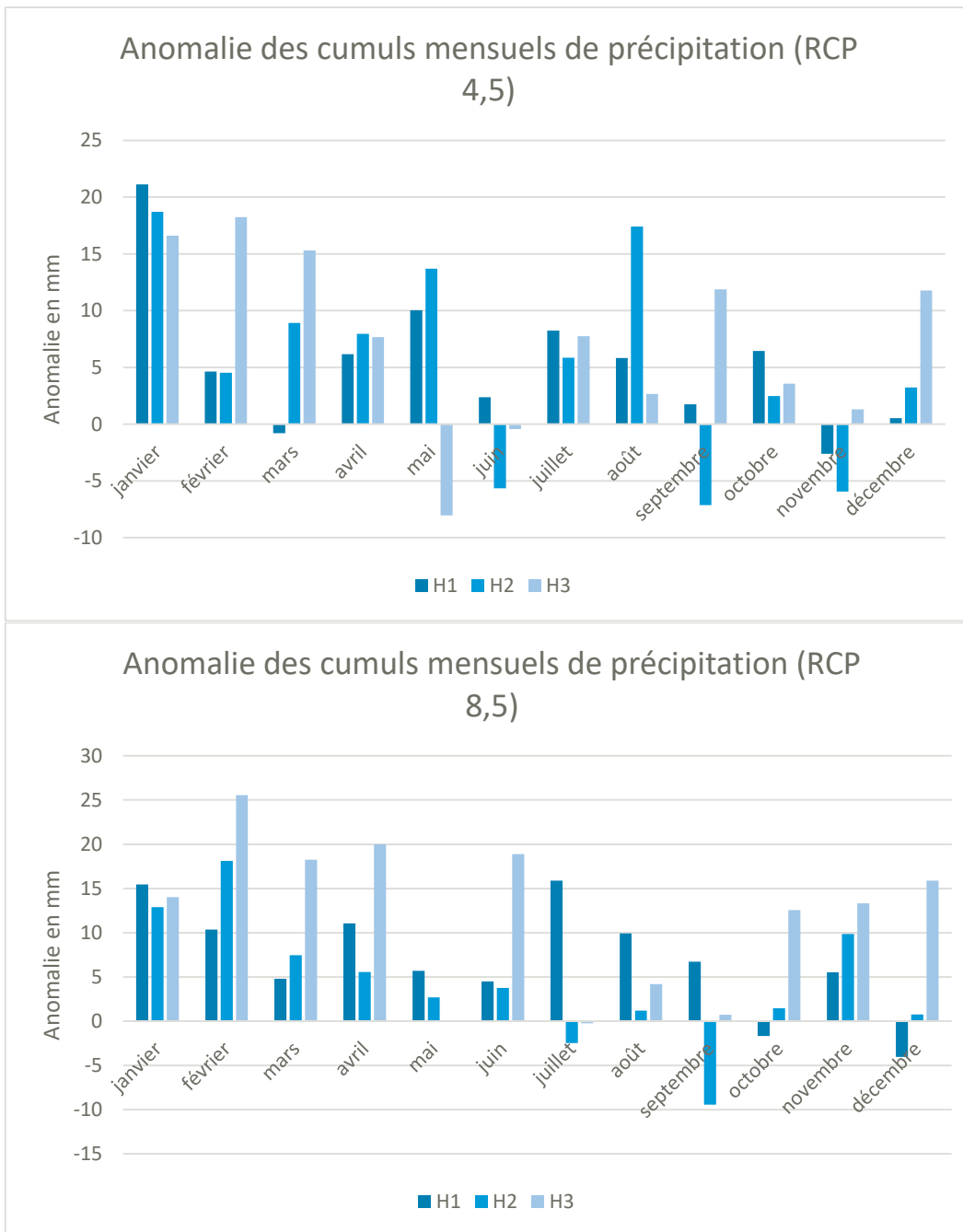


Graphique 6 : Evolution du cumul de précipitation annuelle en mm par horizon et par RCP

Aussi surprenant que cela puisse paraître, le nombre de jour de pluie (RR>1mm) ne devrait pas changer fortement, tout comme les jours de sécheresse (une vingtaine).

Le graphique 7 retrace l'évolution prévue des précipitations mensuelles par horizons et par RCP. Les données ALADIN montrent une évolution à la hausse pour tous les mois dans quasiment tous les cas de figure avec des anomalies ne dépassant jamais -10 mm/mois et pouvant aller jusqu'à + 20 mm/mois sur les mois hivernaux.

Au final, nous devrions évoluer vers un climat plus chaud et plus humide d'ici à 2100 ce qui devrait avoir des impacts majeurs positifs ou négatifs sur nos modes de vie ainsi que plus généralement sur le vivant.



Graphique 7 : Anomalies des cumuls mensuels de précipitation en mm par horizons et par RCP

Les évolutions des phénomènes d'occurrences de chaleur et de froid

Les 2 indicateurs retenus liés aux phénomènes de températures sont le nombre de jours de vague de froid et le nombre de jours de vague de chaleur. On parle de vague de froid lorsque l'épisode dure au moins deux jours et que les températures atteignent des valeurs nettement inférieures aux normales saisonnières de la région concernée. Un épisode de vague de chaleur est détecté dès lors qu'une valeur quotidienne de l'indicateur thermique national atteint ou dépasse 25,3°C et qu'il reste élevé pendant au moins 3 jours.

Conformément à ce que l'évolution des températures pourrait laisser penser, les vagues de froid devraient nettement s'atténuer voire disparaître à l'horizon 2100 peu importe le RCP choisi. Le nombre de jours de gel devraient aussi drastiquement se réduire pour quasiment disparaître en 2100 pour le RCP le plus pessimiste.

L'explosion du nombre de jours de vague de chaleur est quant à lui une réalité. Pour une référence de 10 jours/an, le RCP 4.5 prévoit une **multiplication par 4 du nombre de jours à l'horizon 2100 et par 8 pour le RCP 8.5**. Le nombre de nuits tropicales ($T_n > 20^\circ\text{C}$) suivra aussi cette évolution. A l'horizon 2100, pour le RCP 4.5, il devrait être multiplié par 4 (24 jours de nuit tropicale), et par 8 pour le RCP 8.5 (44 jours de nuit tropicale). Pour mémoire, une ville comme Montélimar affiche 15,8 jours/an de nuits tropicales sur la période 1991-2020

A contrario, plus le RCP est pessimiste plus le nombre de jours de vague de froid, de gel ou de jours sans dégel diminue en allant vers l'horizon 2100, jusqu'à quasiment disparaître.

RCP	Horizon	Nombre de jours d'une vague de chaleur	Nombre de nuits tropicales (jour(s))	Nombre de jours d'une vague de froid	Nombre de jours de gel (jour(s))	Nombre de jours sans dégel (jour(s))
Référence		10	6	3	47	11
RCP 4,5	H1	23	12	4	39	9
	H2	33	20	2	34	6
	H3	44	24	1	26	4
RCP 8,5	H1	21	14	2	37	7
	H2	42	21	0	27	3
	H3	81	44	0	13	0

Tableau 5 : Phénomènes d'occurrences liés aux températures

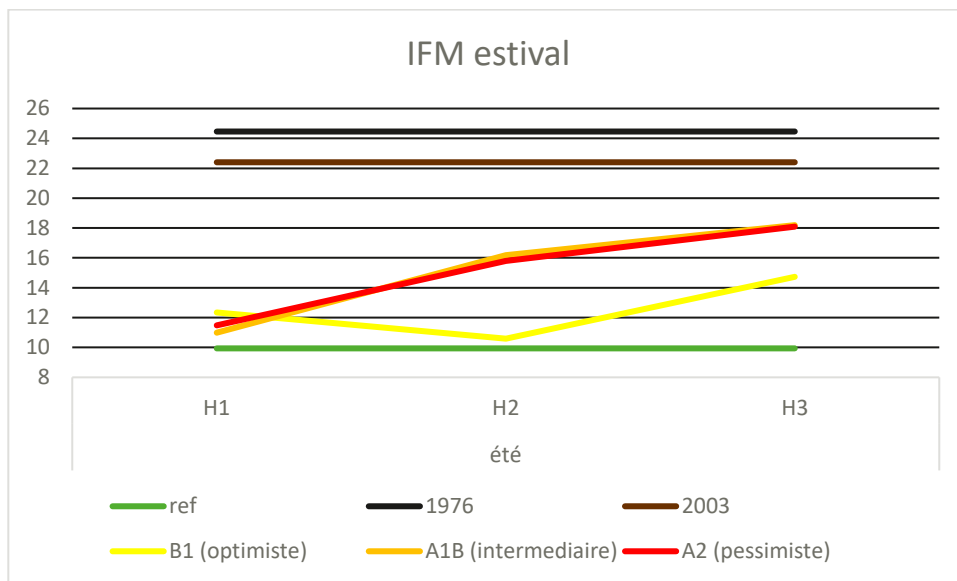
L'indice de feu météorologique

Le risque d'occurrence de feu de forêt est estimé en France à partir de l'Indice de Feu Météorologique (IFM). Il est calculé à partir de six composantes qui tiennent compte des effets de la teneur en eau des combustibles et du vent sur le comportement des incendies.

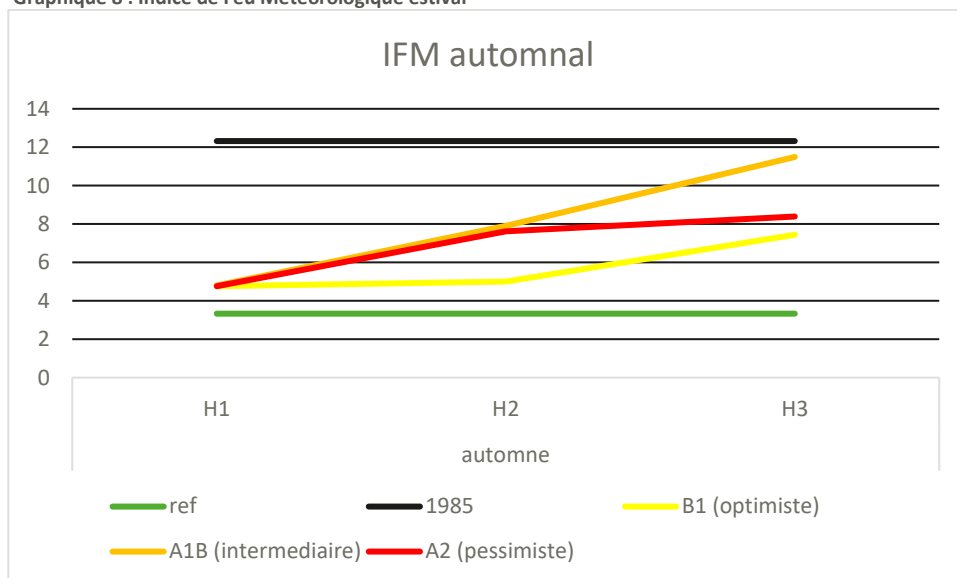
Les trois premières composantes sont des indices d'humidité des combustibles ; ce sont des valeurs numériques de la teneur en eau de la litière et d'autres combustibles légers, de la teneur moyenne en eau de couches organiques peu tassées de moyenne épaisseur et de la teneur moyenne en eau d'épaisses couches organiques compactes. Les trois autres composantes sont des indices de comportement du feu qui représentent la vitesse de propagation du feu, les quantités de combustibles disponibles et l'intensité du feu sur le front de l'incendie ; la valeur de ces indices est directement proportionnelle au danger d'incendie.

La probabilité de voir un feu se déclencher devient importante quand l'IFM approche et dépasse les 20. Au niveau de l'aire d'étude, en été ou en automne, quel que soit le scénario ou l'horizon les IFM seront à la

hausse et tendront dangereusement vers 20 en été à l'horizon 2100 n'excluant pas de forts risques de feux de forêts (graphiques 8 et 9).



Graphique 8 : Indice de Feu Météorologique estival



Graphique 9 : Indice de Feu Météorologique automnal

Au niveau national, la valeur moyenne de l'IFM a augmenté de 18 % entre la période 1961-1980 et la période 1989-2008. À l'horizon 2040, l'IFM moyen devrait progresser de 30 % par rapport à la période 1961-2000. Certaines simulations montrent que cette augmentation pourrait atteindre jusqu'à 75 % d'ici 2060. À cette échéance, une année comme 2003 deviendrait ainsi la norme en matière de danger météorologique de feux de forêts.

Les sécheresses futures

Méthode

L'évaluation des sécheresses futures même si elle reste entachée d'incertitudes est intéressante à plusieurs titres. Elle permet de mettre en évidence les impacts possibles sur la ressource en eau et sur l'humidité des sols.

Pour cette partie, les données utilisées sont issues du site Drias, et ont été réalisées avec les simulations sur la période 1961-2100 du modèle Arpège–Climat, version 4.6, mettant en scène à partir de l’an 2000 trois scénarios de concentration de gaz à effet de serre: B1, A1B et A2. Cet exercice permet l’évaluation particulière des incertitudes induites par les scénarios socio-économiques. Ces 3 scénarios, différents des RCP sont décrits ci-dessous :

- **A1B (intermédiaire)** : Equilibre entre les sources (« équilibre » signifiant que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies d'approvisionnement énergétique et des utilisations finales).
- **A2 (pessimiste)** : décrit un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.
- **B1 (optimiste)** : décrit un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans le canevas A1, mais avec des changements rapides dans les structures économiques vers une économie de services et d'information, avec des réductions dans l'intensité des matériaux et l'introduction de technologies propres et utilisant les ressources de manière efficiente. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.

Sur les 3 types de sécheresses existants, 2 ont été retenus pour notre analyse, la météorologique et celle dite agricole, la troisième étant l'hydrologique.

- **Météorologique notée SPI** (Standardized Precipitation Index) dont la variable est la précipitation. Elle correspond au déficit de précipitations et peut être calculée sur un mois, sur une saison ou sur une période plus longue. Elle dépend donc des précipitations mais aussi de l'état du sol influant sur le ruissellement et l'infiltration.
- **Agricole notée SSWI** (Standardised Soil Wetness Index). Elle se caractérise par un déficit en eau des sols superficiels (entre 1 et 2 m de profondeur), suffisant pour altérer le bon développement de la végétation. Elle dépend des précipitations et de l'évapotranspiration des plantes. Cette notion tient compte de l'évaporation des sols et de la transpiration des plantes (l'eau puisée par les racines est évaporée au niveau des feuilles). La sécheresse agricole est donc sensible aux précipitations, à l'humidité et à la température de l'air, au vent mais aussi à la nature des plantes et des sols.

Valeurs et signification du SPI :

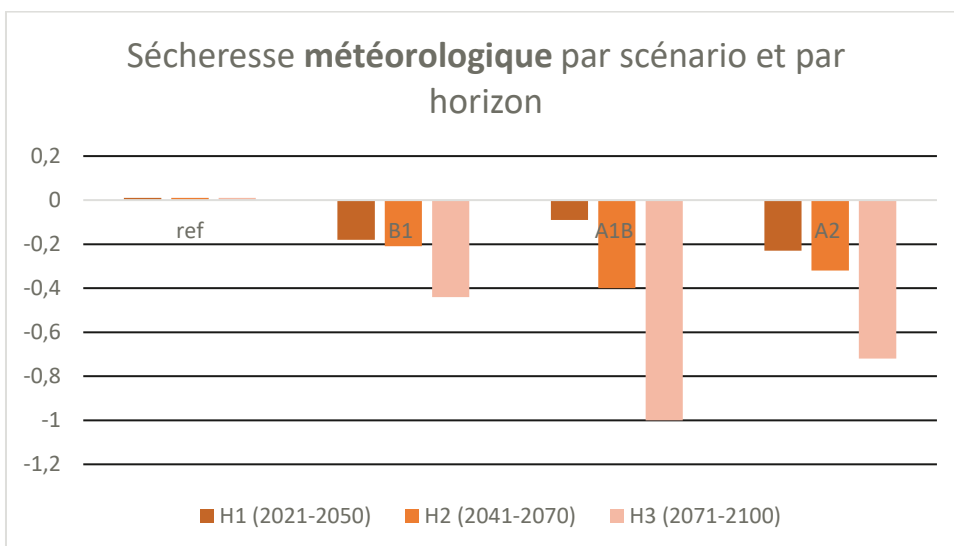
- SPI > 0 : plus de précipitations que la normale (plus humide)
- SPI < 0 : moins de précipitations que la normale (plus sec)
- 0.99 < SPI < +0.99 : précipitations proches de la normale
- SPI < - 2.0 : extrêmement sec
- SPI > 2.0 : extrêmement humide

Valeurs et signification du SSWI :

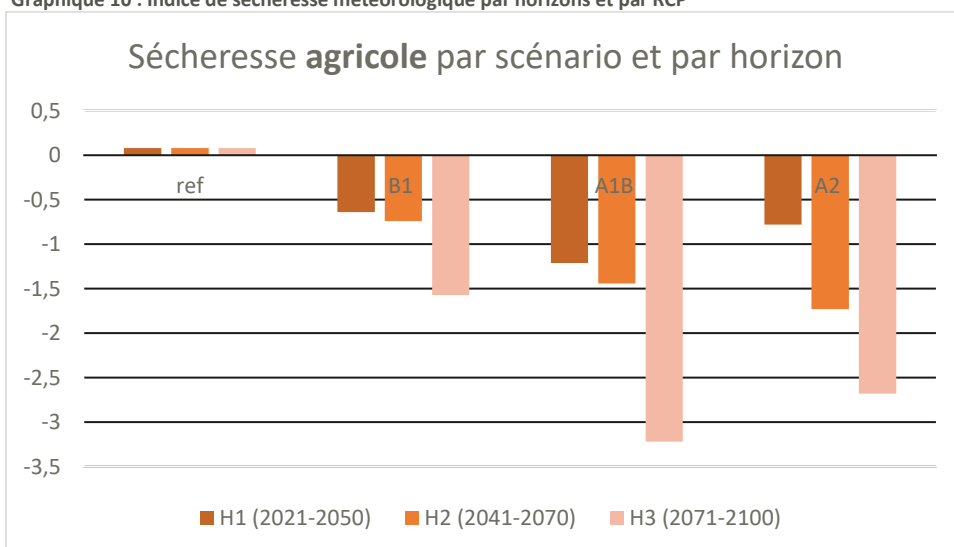
- SSWI < 0,5 sol sec
- SSWI > 0,9 sol très humide
- SSWI > 1 est un sol saturé auquel il reste encore de l'eau qui ne s'est pas écoulé par gravité
- SSWI < 0 est un sol auquel la plante ne peut plus absorber d'eau

Résultats pour l'aire étudiée

Au niveau de l'aire étudiée, l'indice de sécheresse météorologique (cf. graphique 10) quel que soit l'horizon et le scénario sera sous l'état de référence (proche de 0). Globalement, pour les H1 et H2 peu importe, le scénario, la situation de sécheresse météorologique sera proche de la normale. La situation devient un peu plus critique dans la seconde partie du XXIème siècle (H3), avec un indice qui flirte avec le -1 tout en restant dans des valeurs encore acceptables (ce qui paraît cohérent avec le maintien des niveaux de précipitations voire leur hausse).



Graphique 10 : Indice de sécheresse météorologique par horizons et par RCP



Graphique 11 : Indice de sécheresse agricole par horizons et par RCP

La situation est plus critique et alarmante pour la sécheresse agricole. Malgré une sécheresse météorologique non significative et une prévision de précipitations en hausse, la sécheresse agricole devrait se durcir et toucher sévèrement les activités humaines. Avec des valeurs systématiquement sous 0 quel que soit le scénario et l'horizon, les sols devraient être modérément secs à l'horizon 2050 à extrêmement secs à la fin du siècle, peu importe la saison. La hausse des températures atmosphériques accroîtra sans doute la perte d'eau sous forme de gaz augmentant ainsi l'évapotranspiration et réduisant de ce fait les précipitations dites efficaces (égales à la différence entre les précipitations totales et l'évapotranspiration réelle).

D'après Météo-France, à la fin du XXI^{ème} siècle, la variabilité de la surface touchée par les sécheresses agricoles sur 3 mois (SSWI3 sous scénarios A1B et A2) tend à se réduire et évolue systématiquement entre 65 et 85%. Cela signifie que certaines régions françaises pourraient se retrouver de manière quasi-continue en sécheresse sur 3 mois, modérée à extrême, en référence à l'état moyen de l'humidité des sols de 1961 à 1990. Sur les sécheresses longues (SSWI12), c'est quasiment tout le pays qui pourrait être concerné entre 2080 et 2100 (85 à 95 % du territoire en sécheresse). A noter également que le scénario B1 a priori « plus optimiste », marque aussi une évolution forte à cette échéance avec des variations entre 60 et 80% du territoire touché en moyenne par les sécheresses agricoles longues.

Les Pressions non climatiques

Sur le site et dans sa zone d'interdépendance, de nombreuses pressions s'exercent déjà sur le patrimoine naturel de l'aire protégée. Ce chapitre présente ainsi les principales pressions identifiées ainsi que les usages liés le cas échéant. Puis l'impact que pourrait avoir le changement climatique sur ces pressions et enfin les évolutions attendues des activités lorsqu'elles-mêmes s'adapteront à ces changements climatiques.

Activités viticoles

Pressions actuelles sur le site et la zone d'interdépendance

Dans le site comme dans sa zone d'interdépendance, la viticulture constitue l'une des principales activités économiques. Ces forts enjeux économiques produisent une forte pression sur le site et son patrimoine naturel. On peut notamment citer les traitements phytosanitaires de la vigne qui ont impact sur les pollinisateurs et la pollution des sols, la rupture de continuité des milieux herbacés avec la fragmentation des corridors "pelouses", et les conséquences socio-économiques des phénomènes d'érosion.

Impact du changement climatique sur l'activité

De par les aléas très importants liés à la culture de la vigne, le changement climatique devrait faire évoluer la vigne vers un monitoring de plus en plus précis des conditions climatiques. Enfin, le renouvellement des vignes pourrait être plus fréquent avec un travail du sol intense.

Evolutions liées à l'adaptation de l'activité

Le renouvellement des vignes liés à d'importantes mortalités s'ajouterait à celui lié à d'éventuels changements de cépages expérimentés voire déployés à large échelle.

Une volonté de diminution des risques liés à la production pourrait aller vers une intensification ou a minima une variabilité interannuelle forte des traitements phytosanitaires.

Le travail de nuit envisagé dans la « stratégie de la filière viticole face aux changements climatiques », avec les éclairages associés, pourrait avoir un impact sur la faune nocturne notamment et la trame noire plus généralement.

A l'échelle de la zone d'interdépendance, dans la même stratégie, la possibilité de mise en place de systèmes d'irrigation (retenues collinaires, réseaux d'irrigation) pourrait avoir un impact important sur le cycle de l'eau et sur la vie biologique dans les cours d'eaux, milieux humides du territoire avec de profondes modifications du paysage.

Concernant le paysage et biodiversité, la recherche de zones ombragées pourrait faciliter le retour d'arbres isolés, haies et bandes enherbées au sein des parcelles de vignes. Le Partenariat européen d'innovation VITAF (VITiculture et AgroForesterie), initié en 2022 sur le territoire par le Lycée Lucie-Aubrac de Davayé, en partenariat avec le Vinipôle Sud-Bourgogne, le cru Saint-Véran, l'Union des vins mâconnais et le PETR Mâconnais Sud-Bourgogne en est le témoin.

Urbanisation

Pressions actuelles sur le site et la zone d'interdépendance

Historiquement, certains secteurs de pelouses calcicoles comme sur le Monsard, ont subi de fortes pressions par une absence de protection face à un urbanisme avec un fort étalement. Compte-tenu de la nature de l'Aire protégée, à savoir un Site Classé, cette pression est aujourd'hui très limitée car très réglementée à l'échelle du site. En revanche son positionnement à proximité immédiate de la préfecture de Saône-et-Loire, Mâcon et sa banlieue ainsi que la recherche de zones de campagne à proximité des villes et gares TGV, en fait une pression bien réelle dans la zone d'interdépendance.

Impact du changement climatique sur l'activité

L'augmentation des températures et son évolution décuplée en milieu urbain, pourrait accroître les phénomènes de rurbanisation aux alentours du site.

Evolutions liées à l'adaptation de l'activité

La question de la gestion des températures est bien intégrée par l'architecture et l'urbanisme avec la recherche de végétalisation croissante dans les cœurs de ville. Le développement urbain pourrait néanmoins se reporter davantage dans le val de Saône et secteur bressan, réputés plus frais que la côte mâconnaise.

Tourisme

Pressions actuelles sur le site et la zone d'interdépendance

Compte-tenu de la réputation de portée nationale voire européenne de la Roche de Solutré et du vignoble alentour, le tourisme est une pression forte à l'échelle de l'aire protégée. Cette pression est néanmoins identifiée depuis longtemps et est prise en main par la politique « Grand Site de France » avec d'importants moyens dédiés pour que le tourisme et la fréquentation n'impacte pas négativement le territoire.

Cette fréquentation peut être pédestre mais également liée aux différents sports de nature qui s'y pratiquent.

Impact du changement climatique sur l'activité

On peut penser que les changements climatiques auront assez peu d'impact direct sur l'activité. Le public pourrait néanmoins évoluer de manière indirecte au détriment de destinations jugées trop arides du sud de l'Europe en période estivale, pour un public d'européens du Nord.

Evolutions liées à l'adaptation de l'activité

On peut penser que l'offre touristique se verra plus diversifiée pour augmenter sa résilience aux aléas climatiques. Et qu'un étalement de la fréquentation au printemps et en automne en complément voire au détriment de la période estivale pourrait s'accroître. L'aspect horaire pourrait également évoluer avec un décalage de la fréquentation en soirée. Cela nécessiterait une adaptation des conditions d'accueil sur les sites fréquentés comme la Roche de Solutré.

Pâturage

Pressions actuelles sur le site et la zone d'interdépendance

Le pâturage mené sur le territoire constitue une pression pouvant être considérée comme positive par l'entretien des milieux ouverts au détriment d'une évolution naturelle vers un climax forestier. Cependant, l'intensification des pratiques d'élevage peut avoir tendance à banaliser ces milieux ouverts par différentes pratiques : amendement, travail du sol, sur-semis...

Impact du changement climatique sur l'activité

Le changement climatique soumet cet usage à des difficultés supplémentaires par rapport à la tendance actuelle. La gestion de l'eau et les difficultés liées à une ressource fourragère variable.

Evolutions liées à l'adaptation de l'activité

On peut craindre que les milieux secs, déjà considérés comme peu productifs voient une accentuation de l'abandon des surfaces rendues encore moins productives, ou au contraire, une artificialisation croissante par le développement des cultures fourragères, dont la productivité peut être considérée comme plus maîtrisable face aux aléas climatiques.

Sylviculture

Pressions actuelles sur le site et la zone d'interdépendance

Sur le site et dans la zone d'interdépendance, les écosystèmes forestiers, de landes et de pelouses calcicoles ont subi notamment à l'après-guerre de nombreuses plantations de résineux (Douglas, Cèdre de l'Atlas, Pin noir d'Autriche). Ces nombreux espaces plantés arrivent pour certains à maturité et des orientations doivent se décider maintenant pour ces boisements.

Impact du changement climatique sur l'activité

Les impacts peuvent être nombreux pour une activité qui se réfléchit sur le long terme, le dépérissement des espèces allochtones (et indigènes) non adaptées aux changements climatiques est la principale qui est déjà visible. Tout comme les proliférations d'insectes xylophages ou phytophages sur des espèces affaiblies par des sécheresses répétées et les coupes sanitaires ensuite demandées par les autorités...

Evolutions liées à l'adaptation de l'activité

La sylviculture s'est emparée des possibilités de migration des espèces par la plantation depuis quelques années.

Cependant, la pratique des monocultures semble être moins prégnante dans les documents cadres (ONF, Contrat Forêt- Bois pour la forêt privée), avec le fait de privilégier une diversité d'essence pour favoriser la résilience de ces forêts faces aux évolutions climatiques. Cependant, le caractère potentiellement invasif de certaines essences importées pour la sylviculture et leurs effets sur les écosystèmes forestiers restent largement inconnus (SBF, 2021)

Enfin, les cycles de production sylvicoles pourraient avoir tendance à se raccourcir pour s'adapter rapidement aux évolutions constatées. Ces modalités de gestion n'étant pas favorables à la présence d'arbres vivants de gros diamètres ou de bois mort dans les boisements exploités.

Fragmentation des milieux

Pressions actuelles sur le site et la zone d'interdépendance

L'existence d'infrastructures linéaires tels que des routes peuvent constituer des obstacles pour certaines espèces nécessitant des milieux naturels continus, herbacés par exemple, pour assurer leur déplacement.

Impact du changement climatique sur l'activité

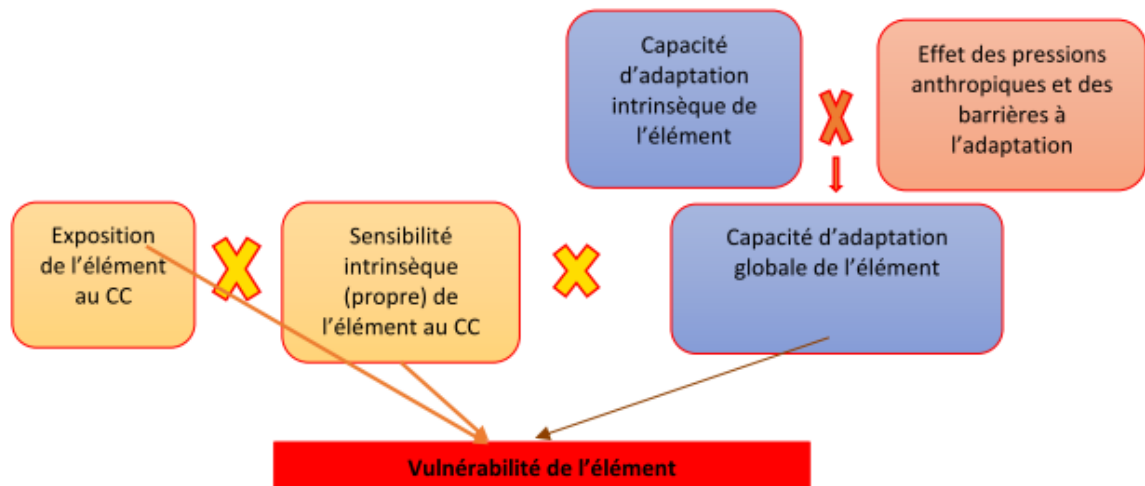
Il n'y a priori pas d'impact direct sur cette pression hormis via les changements de pratiques liés à certains usages.

Evolutions liées à l'adaptation de l'activité

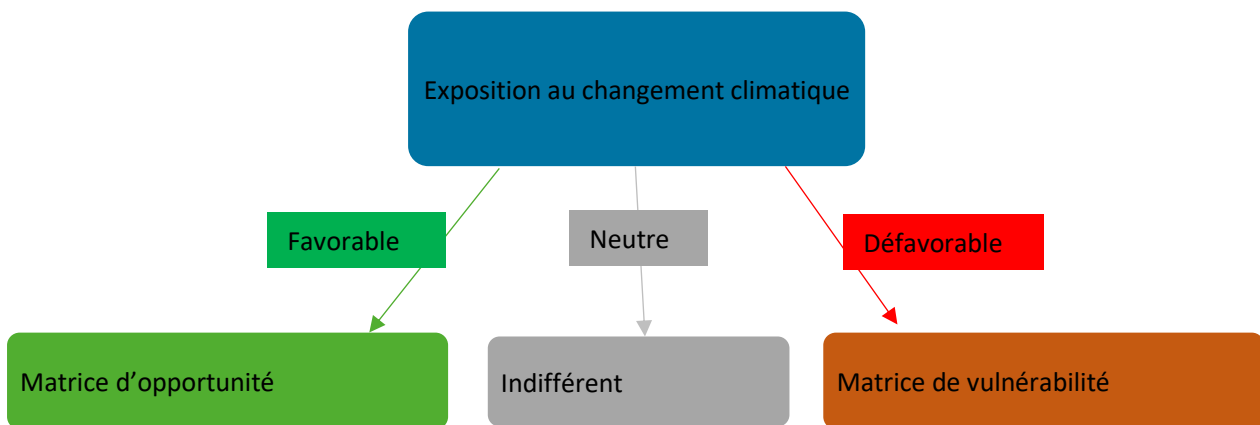
Pas d'évolutions à attendre par conséquent.

L'Analyse de la vulnérabilité

L'ensemble des objets ont été analysés selon la méthodologie simplifiée proposée dans le guide méthodologique Natur'Adapt à savoir selon le schéma suivant :



Et la matrice de notation suivante :



Sensibilité intrinsèque	Capacité d'adptation globale			
	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Faible	Opportunité faible	Opportunité faible	Opportunité moyenne	Opportunité forte
Moyenne	Opportunité faible	Opportunité moyenne	Opportunité forte	Opportunité très forte
Forte	Opportunité moyenne	Opportunité forte	Opportunité très forte	Opportunité très forte

Sensibilité intrinsèque	Capacité d'adptation globale			
	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Faible	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité faible
Moyenne	Vulnérabilité très forte	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible
Forte	Vulnérabilité très forte	Vulnérabilité très forte	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne

Les objets du patrimoine naturel

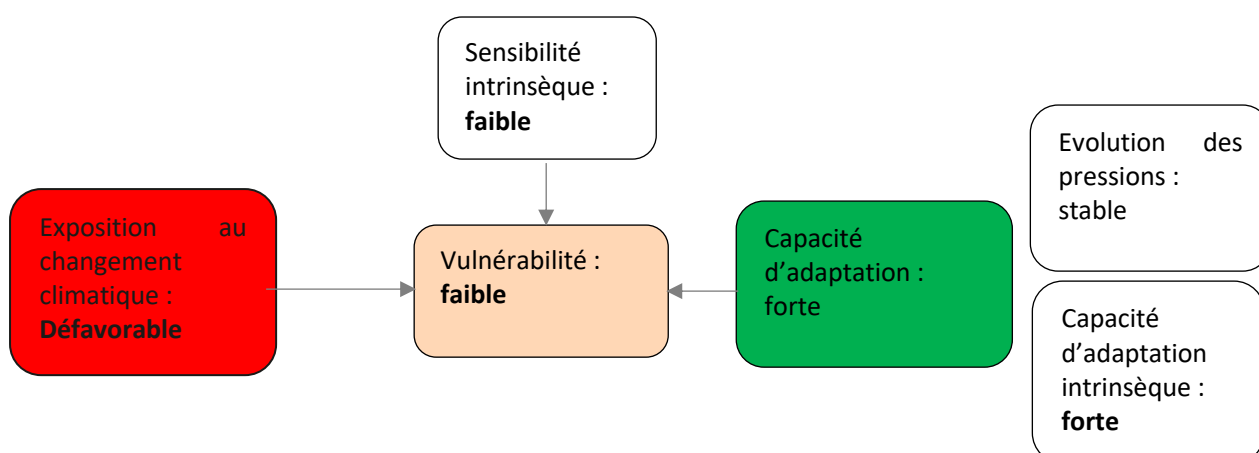
Au regard de la multitude d'espèces et d'habitats présents sur le site, divers objets jugés soit représentatifs, intégrateurs ou relativement originaux ont été choisis. Au-delà des éléments concrets du patrimoine naturel, quelques processus ont également été sélectionnés afin de s'interroger sur l'évolution du fonctionnement global des écosystèmes.

Choix des objets

Objets sélectionnés	Justification
Pelouses calcicoles du mésobromion	Habitat de pelouse majoritairement représenté sur le site. Relativement mésophile.
Pelouses thermophiles de corniche	Habitat correspondant d'ores et déjà à des conditions de sécheresses extrême pour la végétation très spécialisée qui s'y développe : quasi absence de sol, température estivale maximale avec une roche qui emmagasine la chaleur des rayonnements solaires.
Silène d'Italie (<i>Silene italica</i>)	Espèce d'influence méditerranéenne, bien présente dans le mâconnais mais en limite nord actuelle d'aire de répartition
Seneçon du Cap (<i>Senecio inaequidens</i>)	Espèce exotique envahissante des milieux thermophiles et rudéraux en France, observée ponctuellement sur les pelouses calcicoles.
Oedipode rouge (<i>Oedipoda germanica</i>)	Espèce en limite nord d'aire de répartition.
<i>Ceratocarpus claviculata</i>	Espèce d'influence atlantique
Forêt mature (Processus)	Au vu de la durée importante d'un cycle sylvogénétique complet en forêt feuillue, ce processus pourrait devenir encore plus rare du fait des changements climatiques et de l'accentuation des pressions anthropiques
Production de biomasse des milieux ouverts secs (Processus)	Variable très importante et sur laquelle repose certaines activités humaines comme l'élevage. Les évolutions climatiques font pressentir de fortes évolutions phénologiques et de bilan annuel sur ce processus.

Synthèse de la vulnérabilité

Pelouses calcicoles du mésobromion



Les principaux paramètres climatiques qui peuvent affecter cet habitat semblent être liés aux précipitations, aux phénomènes de sécheresse du sol et au risque de feu.

La présence d'un sol constitué avec une réserve utile différencie ce type d'habitat de pelouses d'autres plus xérophiles. Il est sensible au feu uniquement lorsqu'il n'est pas géré par une fauche ou un pâturage annuel, il constitue à l'inverse un bon pare-feu lorsqu'il est géré annuellement.

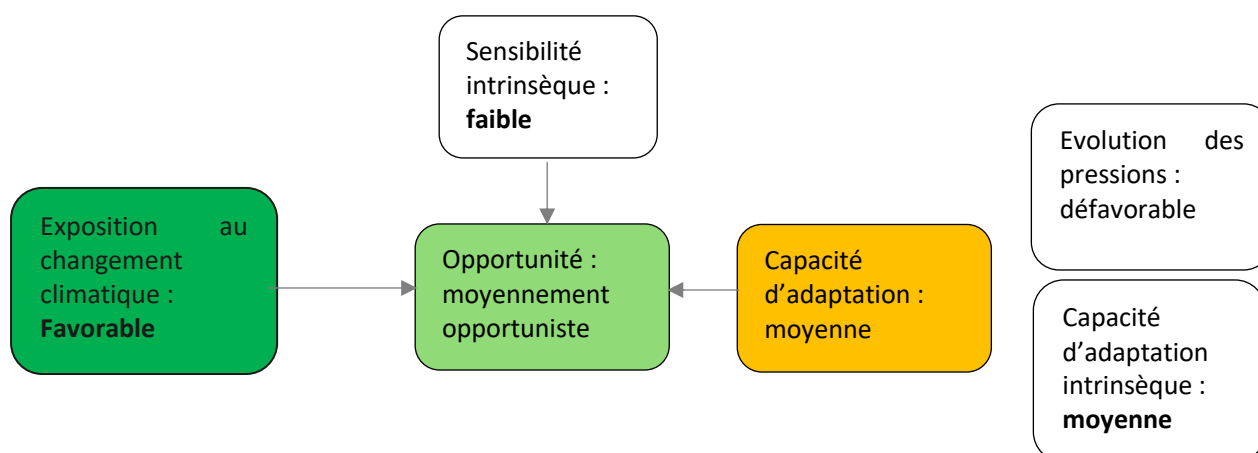
La végétation qui le constitue sèche sur pied plus ou moins tôt en saison en fonction de la répartition mensuelle des précipitations printanières et estivales notamment.

Cet habitat est composé d'une importante diversité d'espèces pérennes adaptées aux conditions thermophiles et au dessèchement temporaire. Certaines espèces pourraient néanmoins être sensibles à la récurrence de vagues de chaleur, faisant glisser l'habitat vers une composition d'affinité plus mésoxérophile. C'est sa part d'espèces d'affinités plus prairiales (caractère mésophile) qui devrait souffrir en lien avec les vagues de chaleur et sécheresses répétées du sol.

Il bénéficie néanmoins d'une forte capacité d'adaptation en lien avec son importante diversité spécifique avec des espèces végétales d'affinité plus mésophiles de l'Arrhenaterion d'une part et des espèces plus thermophiles du Xerobromion d'autre part. On peut ainsi s'attendre à une évolution probable de la proportion de ces espèces au sein de l'habitat en direction des pelouses plus xérophiles sans pour autant remettre en cause son existence à moyen terme sur le site.

Les pressions auxquelles il est aujourd'hui soumis à savoir le risque de disparition des pratiques de gestion indispensables à son maintien et le caractère isolé ou fragmentaire des entités où il est présent ne semblent pas devoir évoluer fondamentalement dans un contexte de changement climatique.

Pelouses thermophiles de corniche



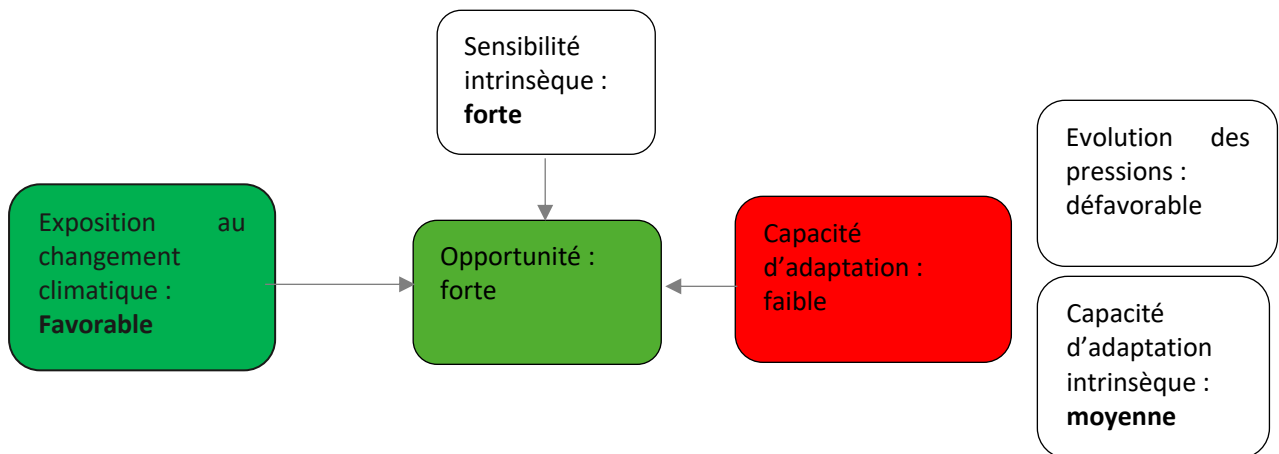
L'absence de sol constitué et le caractère hyper xérique de cet habitat ne permet qu'à une faible proportion d'espèces actuellement présentes en Bourgogne de supporter ces conditions. Les espèces constituant l'habitat sont ainsi déjà fortement adaptées aux conditions xérophiles.

Cet habitat est également caractérisé par une proportion importante de roche nue, où se développe une végétation bryo-lichénique en l'absence de perturbations superficielles (piétinement, graminées). Dans un contexte d'évolution climatique marqué par des sécheresses estivales, il pourrait s'étendre sur d'autres secteurs avec peu de sols où certains ligneux ont pu s'implanter jusqu'ici (lavières, éboulis fixés).

Cet habitat constitué d'espèces d'affinité méditerranéenne mais peu diverses pourrait se voir enrichi par de nouvelles arrivantes et donc évoluer dans sa caractérisation phytosociologique.

La faible diversité d'exposition des corniches dans le contexte d'une cuesta orientée Ouest constitue un facteur limitant pour que certaines espèces de l'habitat actuel puisse trouver des conditions « refuges » sur le site. C'est le cas également des petites surfaces que représentent aujourd'hui cet habitat sur les sites et leur isolement relatif, d'où une capacité d'adaptation moyenne. Les murs en pierre sèche représentent néanmoins des corridors efficaces pour certaines espèces de l'habitat au sein de la matrice viticole entre les entités de pelouses calcaires.

Silène d'Italie

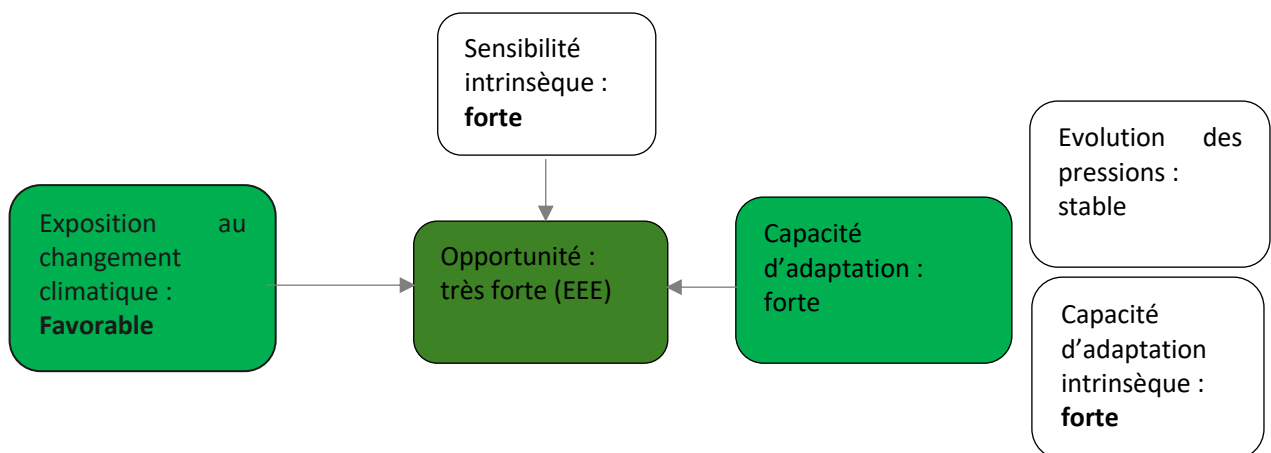


Il s'agit d'une espèce méditerranéenne en limite actuelle d'aire de répartition au niveau de la côte mâonnaise. L'écologie de l'espèce et les facteurs climatiques semblent expliquer cette limite actuelle. Néanmoins, l'augmentation moyenne des températures devrait globalement favoriser l'espèce avec des températures se rapprochant du climat supra méditerranéen actuel où l'espèce est très présente dans les contextes calcaires.

La diversité génétique des populations présentes actuellement n'est pas connue, elle pourrait néanmoins constituer un frein important dans ses capacités d'adaptation compte-tenu de son arrivée probablement unique et ponctuelle sur le territoire par le couloir rhodanien.

Son développement semble favorisé par la pratique de la fauche qui amène des densités importantes de l'espèce sur les parcelles, lorsque la fauche est suffisamment tardive pour laisser le temps à l'espèce de boucler son cycle de reproduction. De manière indirecte, la pratique de la fauche pourrait néanmoins être remise en question si la productivité herbagère des pelouses qui l'abrite diminue fortement d'où une évolution des pressions défavorable et une faible capacité d'adaptation.

Seneçon du Cap



Il s'agit d'une espèce exotique envahissante tolérante aux conditions thermophiles, lui permettant de concurrencer et dominer les espèces autochtones de différents milieux (pelouses, grèves alluviales...)

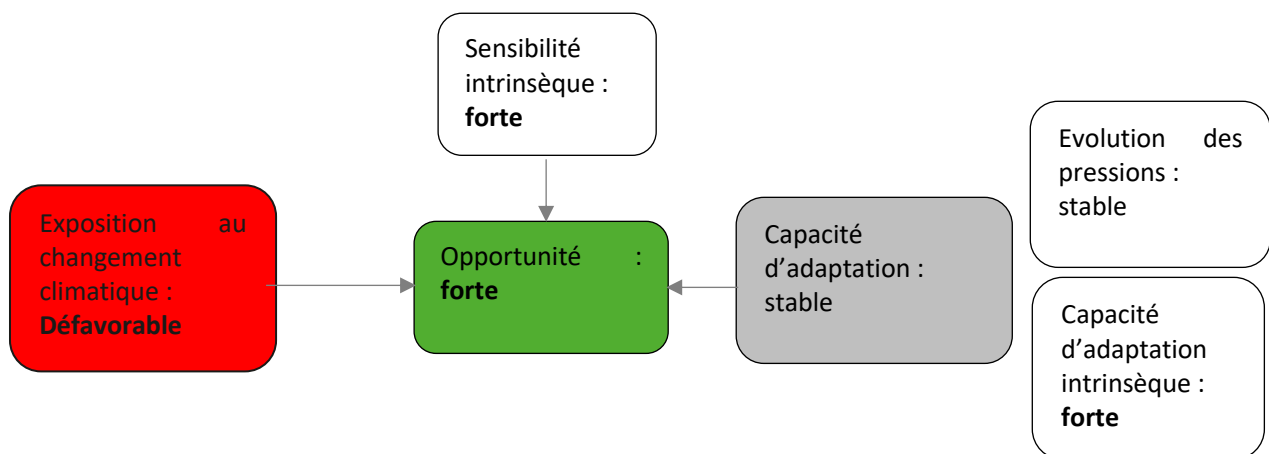
Déjà observée ponctuellement sur le site, l'espèce est très présente lorsque la couverture végétale est faible en situation rudérale notamment. Elle est très fréquemment présente au sein de différents habitats de prairies et pelouses calcicoles dans le sud de la France (Cadars, 1999) et s'avère problématique pour la gestion des milieux ouverts par la fauche ou le pâturage de par sa toxicité pour de nombreux animaux d'élevage.

L'augmentation moyenne des températures devrait d'autant plus favoriser l'espèce avec des températures se rapprochant du climat supra méditerranéen actuel.

Déjà très présente actuellement le long des grands axes de communication routiers et ferroviaires, l'évolution des conditions climatiques sur les habitats de pelouses calcicoles pourrait être favorable à une forte dynamique de l'espèce en leur sein, sans autre moyen de lutte que l'arrachage manuel déjà réalisé dans sa zone de présence à caractère fortement envahissant.

Le changement climatique ne devrait pas avoir d'influence notable sur les pressions qui pourraient l'affecter, comme toute espèce exotique envahissante, sa naturalisation pourrait se réaliser au gré de l'adaptation ou l'arrivée de prédateurs phytophages ou parasites adaptés.

Oedipode rouge



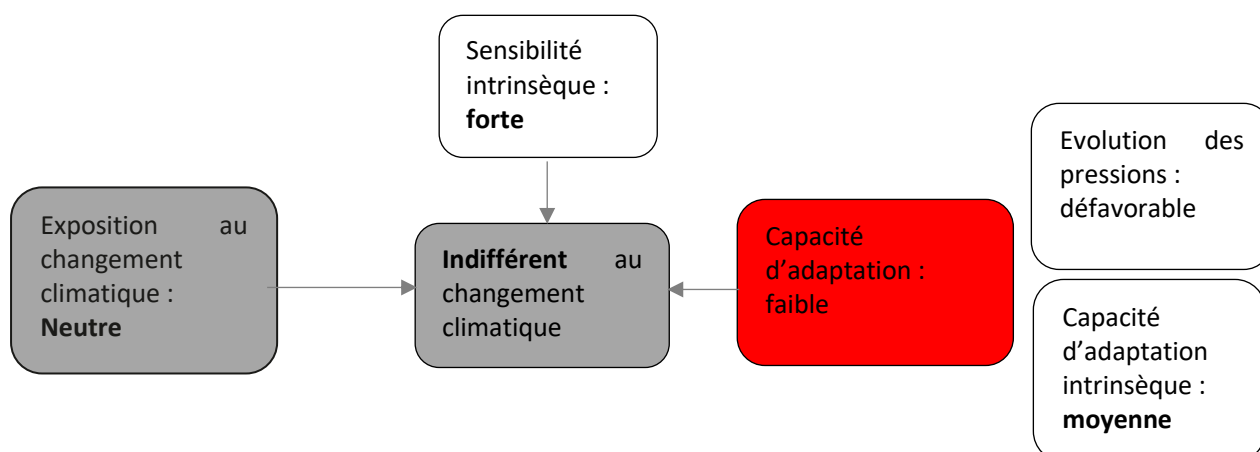
Il s'agit d'une espèce d'orthoptère de la famille des *Acrididae* (criquets) liée aux milieux thermophiles très peu végétalisés voir nu et rocailleux (Dehondt et al. 2013). Les facteurs climatiques expliquant la limite d'aire de répartition actuelle en Bourgogne sont a priori principalement liés aux températures au vue de l'écologie de l'espèce.

L'évolution de la végétation allant probablement vers des végétations moins couvrantes pourrait favoriser l'expansion de l'habitat favorable à l'espèce et donc la dynamique des populations aujourd'hui très fragmentaires.

Une des inconnues quant aux capacités d'adaptations relève de la diversité génétique des populations présentes (arrivée probable par le couloir rhodanien à une ou plusieurs reprises donc potentiellement limitées). Ses capacités de déplacement assez fortes pourraient néanmoins favoriser l'arrivée fréquentes de nouvelles populations lors d'épisodes de migration et un brassage génétique favorable au maintien de ses populations sur le long terme (MUKHERJEE et al., 2017).

Concernant l'évolution des pressions, certaines pratiques de végétalisation près des zones anthropisées où l'espèce trouve refuge pourrait induire une diminution de zones ouvertes favorables par les pratiques. La poursuite du piétinement des chemins par les visiteurs semblerait au contraire favorable au maintien de zones écorchées sur le long terme.

Ceratocapnos claviculata



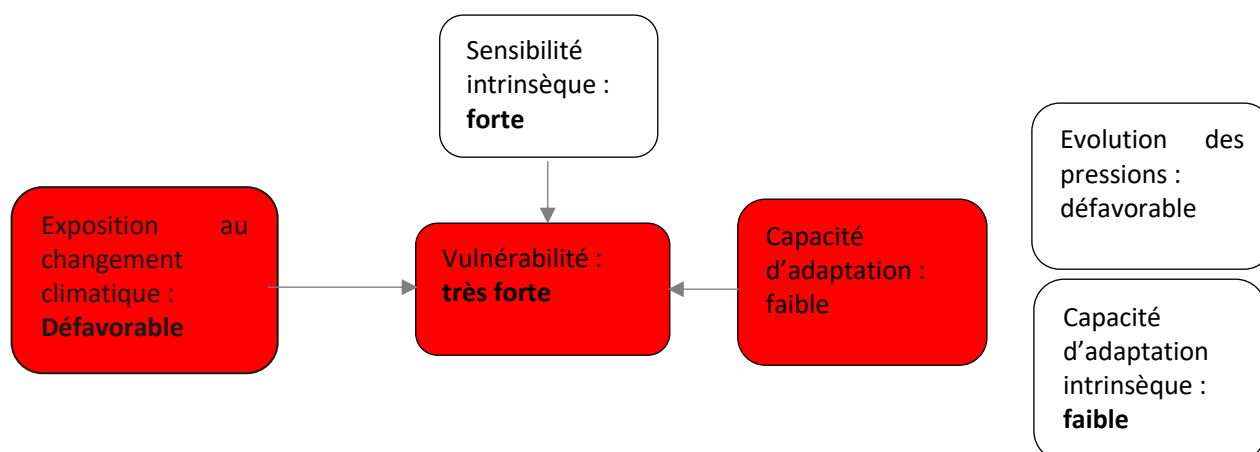
Il s'agit d'une espèce d'influence atlantique qui fréquente les milieux forestiers ou de lisières acidiphiles (très courante en Bretagne par exemple)

Son caractère vernal fait qu'elle se développe en majorité avant que les arbres ne soient feuillés. La répartition actuelle de l'espèce est difficile à interpréter compte-tenu des doutes sur son indigénat en Bourgogne (Bardet et al., 2008). Cependant, elle se maintient sur le massif du Torvon depuis 1986 (date de la première donnée) à minima.

La diminution des vagues de froid et les précipitations printanières stables voire à la hausse pourrait jouer en faveur du développement de cette espèce tandis que l'augmentation des températures et les sécheresses du sol notamment en période hivernale pourrait être en sa défaveur. Il semble donc que son exposition au changement climatique soit plutôt neutre avec de grandes inconnues.

Là encore en lien avec sa population relativement isolée, l'inconnue est importante quant à la diversité génétique des populations présentes. L'évolution des pressions en lien avec les pratiques sylvicoles (remplacement des chênaies par d'autres essences...) pourraient néanmoins lui être défavorables au sein des habitats forestiers et lisières où elle est aujourd'hui présente.

Processus menant à l'installation de forêts mûres



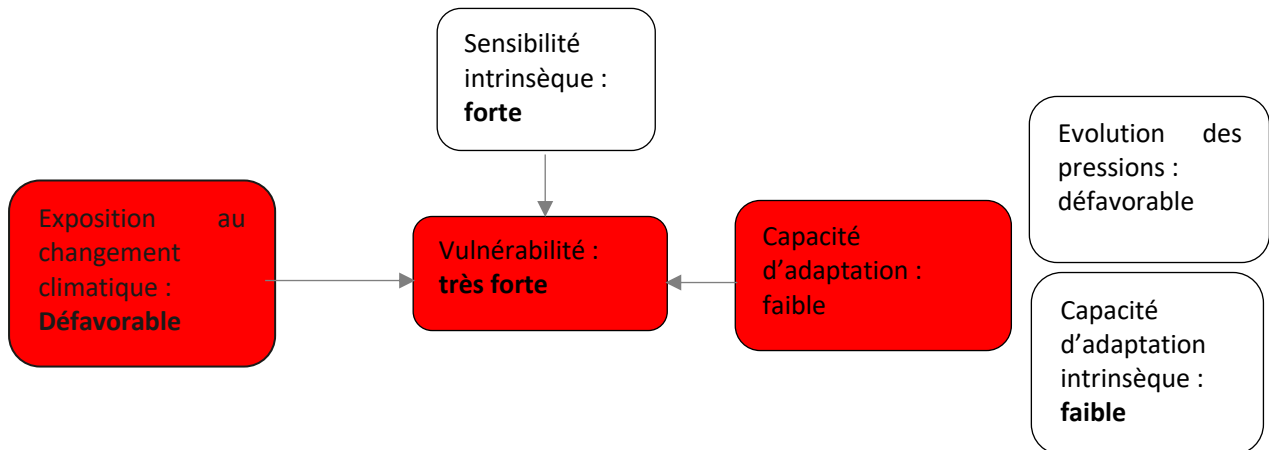
La présence de très gros bois sur les essences locales (chêne notamment) est conditionnée à laisser croître les arbres plusieurs dizaines à centaines d'année sans intervention sylvicole en leur défaveur. Les forêts mûres se caractérisent principalement par la présence de ces arbres de gros diamètres caractérisés par une présence importante de dendromicrohabitats, ainsi que d'une quantité conséquente de bois mort.

Les stress hydriques actuels conduisent déjà à des diminutions d'accroissement (Granier et al., 1995), et les volontés de renouvellement sylvicole rapides par un abaissement du diamètre d'exploitabilité des essences actuellement recommandés dans les forêts publiques et privées françaises pourraient entraîner la raréfaction des arbres de gros diamètres dans les forêts feuillues.

La périodicité augmentée des feux ou des sécheresses estivales pourrait affecter en premier lieu les essences actuelles peu tolérantes à ces phénomènes avec des phénomènes de dépérissement et mortalités de grande échelle. Le temps nécessaire à l'obtention d'un gros bois se trouverait également rallongé pour atteindre des forêts mûres, avec un risque accru de feu faisant redémarrer de zéro le cycle pour les essences de climats tempérés non tolérantes à cet événement extrême.

La principale pression anthropique sur cet objet, représentée par la sylviculture évolue d'ores et déjà défavorablement par le raccourcissement des cycles de productions et le test d'introduction d'espèces supposées adaptées au climat futur.

Processus de production de biomasse des milieux ouverts secs



Les paramètres pris en compte pour le démarrage de la végétation au printemps sont en général les cumuls de degrés jours des températures printanières. La sécheresse du sol et atmosphérique en été joue elle un rôle majeur sur la dessiccation des végétaux. Les habitats de pelouses calcicoles apparaissent également particulièrement réactifs à la pluviométrie printanière et estivale en termes de production de biomasse, aux vues de la faible réserve utile des sols, liés notamment à leur faible épaisseur.

Les changements climatiques risquent ainsi d'influer de façon légèrement favorable au printemps la production de biomasse avec des précipitations plus élevées et un démarrage de la végétation plus précoce. Néanmoins l'accentuation des sécheresses estivales risque d'être très défavorable en été.

Pour le processus de production de biomasse, ce phénomène se caractérisera-t-il par un simple décalage phénologique ou une vraie différence sur la productivité annuelle ?

Avec l'évolution attendue des cortèges d'espèces composant les habitats de pelouses, on peut penser que les espèces les mieux adaptées aux conditions de sécheresses ne sont pas les plus productives du point de vue de la biomasse. Ainsi les plantes succulentes (genre *Sedum...*), les chamaephytes (genre *Thymus...*) ou les espèces annuelles ne produisent que peu de biomasse en comparaison des Poacées vivaces (*Brome dressé*, *Brachypode penné...*) qui dominent aujourd'hui ces milieux.

Les facteurs limitants qui devraient évoluer défavorablement avec le changement climatique concernent notamment la fertilité des sols. Les retombées atmosphériques azotées modifiant les équilibres et autres nutriments devraient également être un paramètre à prendre en compte pour ce processus.

On peut craindre de façon répétée, l'absence de repousse de la végétation au cours des mois de sécheresse estivales et l'absence de regain automnal après une fauche de début d'été en l'absence de précipitations.

Les moyens de gestion

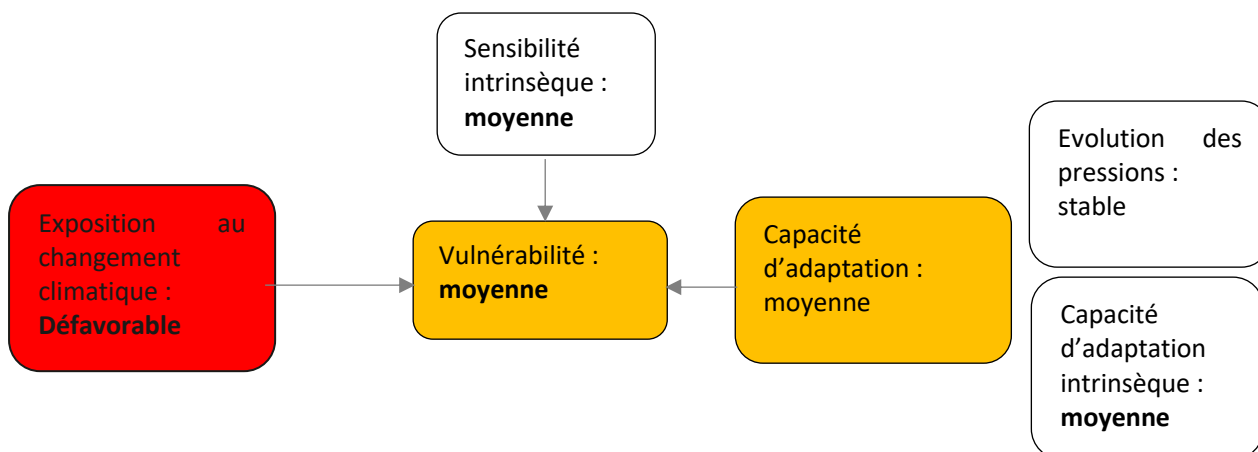
La capacité intrinsèque d'adaptation dépend notamment pour ces objets de choix politiques, socio-économiques permettant cette capacité d'adaptation. Elles sont donc intrinsèquement liées à la démarche d'adaptation de la gestion de l'aire protégée définie dans le Plan d'adaptation et d'autres démarches menées par les acteurs du territoire sur ces thématiques.

Choix des objets

Objets sélectionnés	Justification
Pastoralisme en régie	Milieux ouverts secs très fréquentés. Variations interannuelles de la disponibilité alimentaire
Activités pédagogiques et tourisme	Recherche de bonnes conditions d'accueil des visiteurs en toute saison, avec un impact touristique important en période estivale pour le territoire
Aménagement des sentiers de découverte	Recherche de bonnes conditions d'accueil des visiteurs, choix de privilégier des zones ombragées, évolution des lieux d'accueil du public
Infrastructures linéaires liées au vignoble : murs en pierre sèche	Evolution dans la recherche du caractère thermophile des vignobles

Synthèse de la vulnérabilité

Pastoralisme en régie



L'impact de la phénologie de la végétation et de la productivité globale des milieux herbacés peut être important sur ce moyen de gestion. En effet, le troupeau constitué est à « taille fixe » avec des ânes et chevaux Koniks-Polski, sur une surface a priori fixe.

Les problématiques d'abreuvement et de présence d'abris du soleil en période estival se posent notamment de façon prégnante et ce d'autant plus avec l'augmentation des températures estivales.

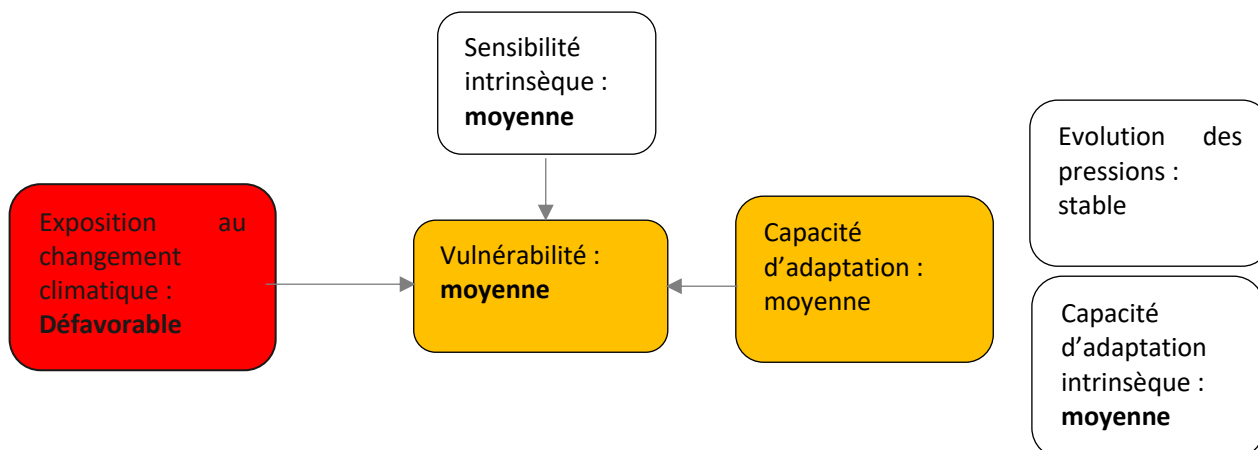
La variabilité interannuelle de la ressource peut également avoir des impacts que ce soit des fortes ressources (risque de fourbure des chevaux) et faibles ressources (manque de disponibilité ou de surfaces).

La taille fixe du troupeau et la surface constante constitue deux freins pour la capacité d'adaptation intrinsèque du dispositif actuel de pastoralisme en régie même si de la souplesse a pu être trouvée ces dernières années, rejoignant les objectifs de restauration de pelouses.

La conciliation de ce moyen avec le tourisme, avec des risques de dégradations sur les clôtures et le nourrissage des animaux par les visiteurs constituent des pressions déjà établies qui ne devraient pas évoluer fondamentalement.

Ce moyen de gestion repose depuis sa création sur des outils financiers parfois difficiles administrativement à mobiliser (Contrats Natura 2000) et dont la pérennité peut questionner. Néanmoins sa compatibilité avec les différentes politiques publiques déployées sur le territoire en fait un outil à pérenniser et rendre le plus adaptable possible.

Activités pédagogiques et tourisme



L'impact des changements climatiques sur cette activité devrait notamment être prégnant sur la répartition horaire de la fréquentation estivale des visiteurs.

Le public nombreux fréquentant déjà la Roche de Solutré en période estivale, est déjà majoritairement urbain, peu équipé et peu préparé. Il est probable que les changements d'habitude ne soient pas brutaux mais progressifs et graduels. Les dispositifs de suivis de la fréquentation (éco-compteurs notamment) pourraient permettre de suivre finement ces évolutions pressenties pour s'y adapter en termes d'offre.

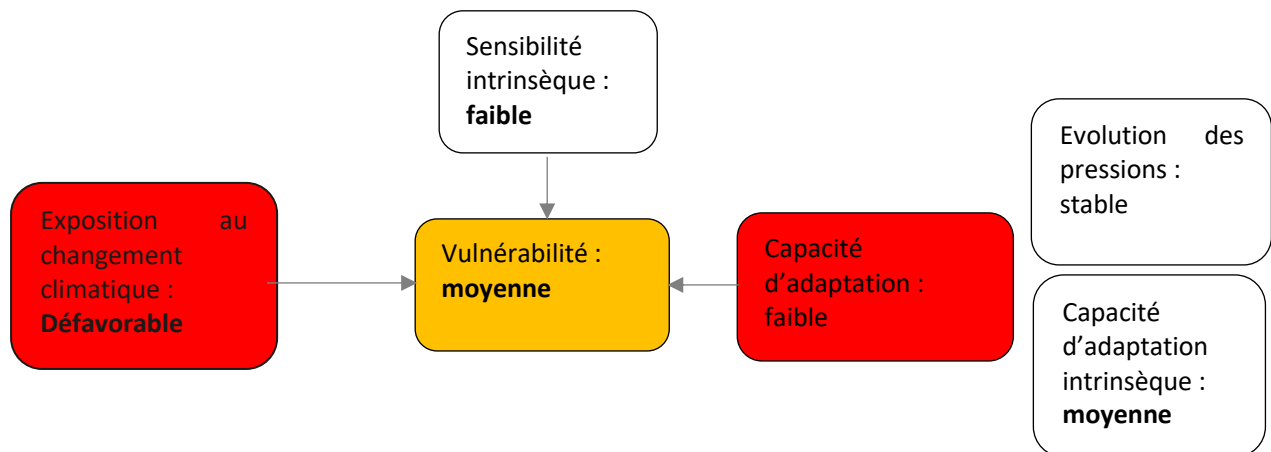
L'activité pourrait pâtir du fait que les milieux secs deviennent généralement moins attractifs en été compte-tenu des conditions extrêmes de température au profit des milieux aquatiques (val de Saône) ou ombragés (forêts).

L'adaptation des offres touristiques et de découverte semble ainsi indispensable de ce point de vue.

Les autres facteurs qui pourraient influencer cette activité sont un essoufflement de « l'effet Mitterrand », ou des publics différents amenés à fréquenter le territoire à d'autres périodes.

La saisonnalité de ces activités (extension aux périodes printanières et automnales et réduction en été), les horaires de fréquentation (matin et soirée au détriment de l'après-midi) en période estivale, demanderont certainement une réponse adéquate en termes de déploiement des activités pédagogiques et touristiques sur le territoire.

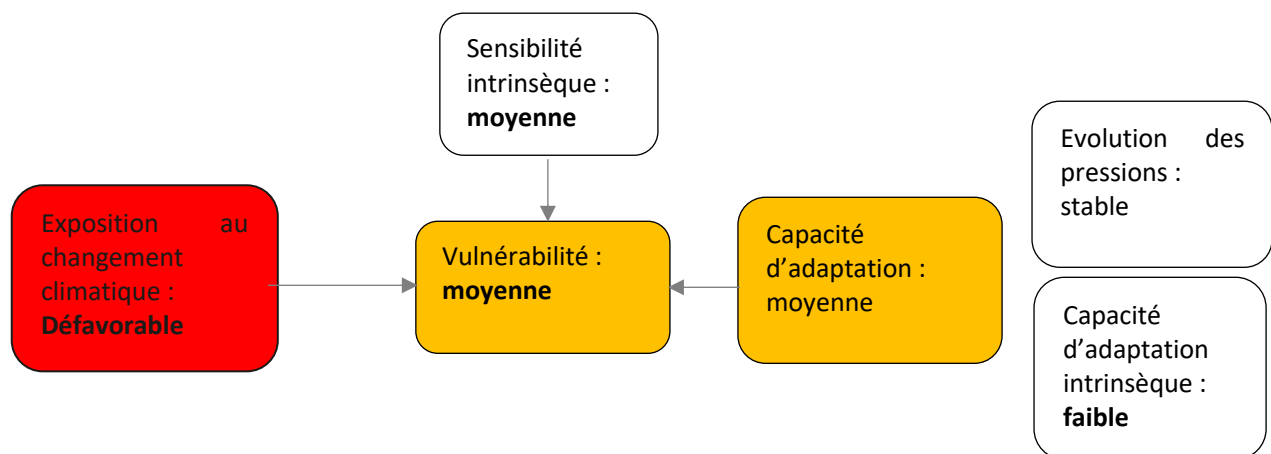
Aménagement des sentiers de découverte



Les hausses de température moyenne et la recherche de l'ombrage le long des sentiers de découverte devra être prise en compte sur les sites et particulièrement dans les milieux très ouverts de pelouses calcaires. Les évolutions climatiques devraient conduire vers une augmentation de la recherche de zones ombragées, de zones de fraîcheurs relatives.

L'étude des possibilités de modification des tracés, de laisser croître des arbres isolés seront certainement des pistes de modification. Néanmoins, les facteurs limitants que sont la topographie des sites et les zones de dangerosité (falaises) induisent des possibilités de tracé limités et qui n'évolueront pas. Ainsi, deux possibilités pourraient se combiner : une modification de tracé ou l'aménagement du parcours de ces sentiers progressivement par la gestion menée : portions de haies hautes, arbres isolés.

Infrastructures linéaires liées au vignoble : murs en pierre sèche



Les aléas liés aux épisodes de gonflement et retrait des argiles qui font "travailler" les murs en pierre sèches pourraient s'accroître au regard des températures extrêmes et des précipitations. Les phénomènes d'érosion liés aux intenses précipitations hivernales et printanières et aux sols nus dans les vignes pourraient également constituer une menace croissante pour de nombreux murs de soutènement de vignes.

D'autres paramètres influencent la durabilité de ces murs en pierre sèche et sont bien connus des experts du Grand Site : qualité de la réalisation du mur, pratiques au-dessus de celui-ci : enherbement, passages d'engins lourds...

Les évolutions climatiques pourraient être prises en compte dans les techniques de restauration des murs en pierre sèche, mais pas dans les murs préexistants parfois très anciens.

Il est certain que l'évolution de l'activité viticole et ses modalités de pratique (maintien ou non de sol nu dans les vignes, passages d'engins plus lourds) auront des conséquences importantes sur ces milieux linéaires associés au paysages et chemins viticoles.

Plus ponctuellement l'activité touristique et d'éventuelles dégradations pourraient se poursuivre mais sans évolution de cette pression au regard du changement climatique.

Les activités humaines dans et en dehors de l'Aire Protégée

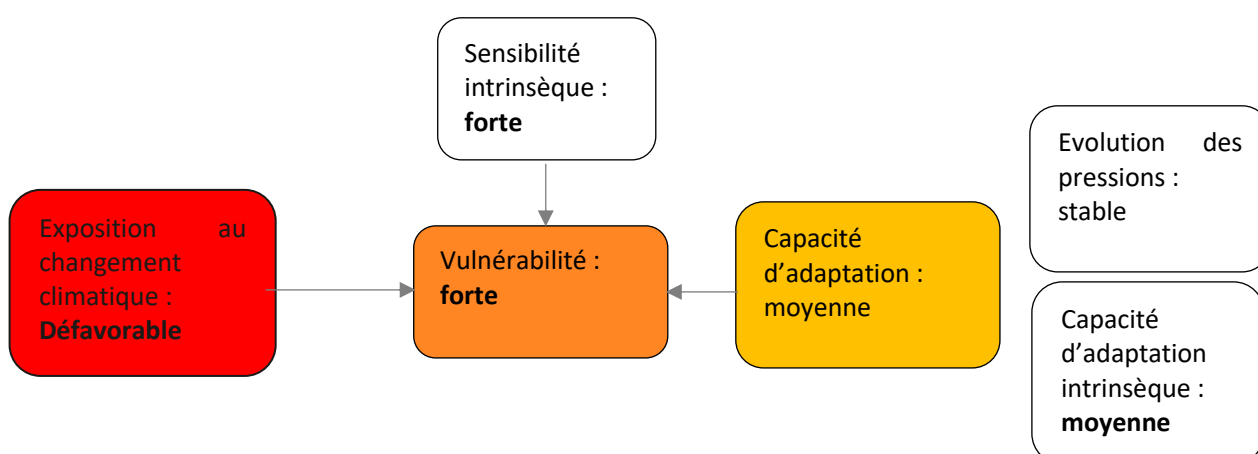
La capacité intrinsèque d'adaptation dépend avant tout pour ces objets de choix politiques, socio-économiques permettant cette capacité d'adaptation. C'est également l'objet du présent document et d'autres démarches menées sur ces thématiques que de sensibiliser les décideurs aux enjeux du changement climatique pour permettre le maintien ou l'évolution de ces activités.

Choix des objets

Objets sélectionnés	Justification
Elevage et agropastoralisme	Pratique qui marque le paysage du territoire, en proie à diverses difficultés dont les variations interannuelles de ressources herbagères
Haie comme aménité paysagère	Importance du paysage et notamment la vue depuis le sommet des Roches, très fréquenté.
Sylviculture	Influence sur le paysage, accroissement des secteurs d'exploitations du bois
Pratique de loisir de plein air : escalade	Pratique de loisir emblématique du site, liée étroitement aux milieux rupestres

Synthèse de la vulnérabilité

Elevage et agropastoralisme



L'impact de la phénologie de la végétation et de la productivité globale des milieux sont majeurs pour l'activité. En effet, elles ont un impact fort sur les pratiques (production de foin pour l'été...), les chargements de pâturage possibles, l'abreuvement.

L'évolution des conditions climatiques pourrait mener à des productions plus aléatoires et annuellement variables selon les systèmes d'exploitation ou les productions fourragères.

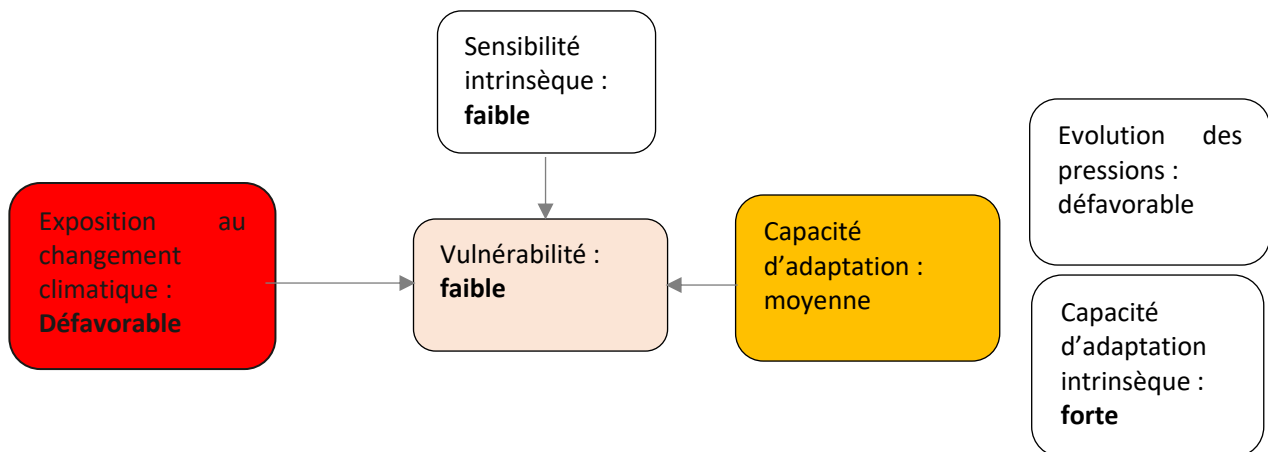
Si les systèmes d'exploitation pourraient s'adapter de manière globale à certaines tendances d'évolution climatiques, il reste très difficile pour les éleveurs de s'adapter de manière réactive aux changements brutaux sur quelques années (taille du cheptel, filières de commercialisation...), avec comme pour le pastoralisme en régie, une surface et un cheptel a priori fixe.

Les principaux leviers d'adaptations et de pérennisation de l'activité sont constitués par les outils financiers de la Politique Agricole Commune (PAC) et les modalités de distribution des aides agricoles

Au sein de l'aire protégée, la compatibilité entre fréquentation et pâturage est parfois difficile, même si le site de la Roche de Solutré, le plus fréquenté de loin, est passé sur une modalité de gestion pastorale en régie pour répondre à cette problématique.

Les modalités de distribution des aides PAC, notamment sur les surfaces agricoles non classiques au sens agricole (Parcours et landes...) sont un des points majeurs de l'orientation des pratiques agricoles. Si le maintien des activités d'élevage sur ces surfaces peu productives apparaît comme prioritaire d'un point de vue paysager et de la biodiversité (Jeandenand et Reffalo, 2017), la mise en avant de l'intérêt de ces pratiques dans l'atténuation du changement climatique et l'adaptation du territoire à ces changements pourrait également être mis en avant.

Haie comme aménité paysagère

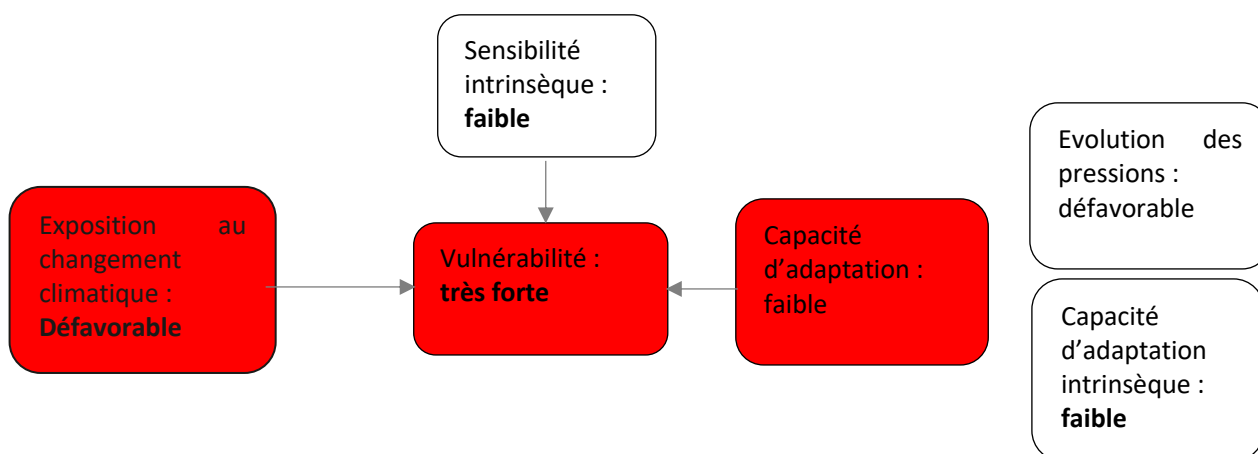


Parmi la diversité d'espèces constituant les haies des prairies mésophiles certaines sont réputées pour leur résilience face au risque incendie. Les haies peuvent néanmoins constituer des zones de propagations linéaire importante, selon leur proportion de bois sec et de branches fines. Si le dépérissement de certaines espèces lié à des facteurs climatiques paraît inéluctable, l'arrivée de nouvelles espèces méditerranéennes pourrait se réaliser de manière naturelle ou anthropique.

Ainsi, si une variation potentielle de composition spécifique peut être attendue, le maintien de l'élément linéaire et des services qu'il peut rendre semble possible. Sous réserve de haies diversifiées en composition et qu'elles répondent à certains besoins humains avec la présence de différentes strates. La strate haute pouvant par exemple participer à la présence de points d'ombrages au sein des parcelles et à la production de bois de chauffage.

L'augmentation de fréquence des feux, des sécheresses du sol pourrait être des menaces en augmentation pour ces milieux. Cependant, les menaces pour ces milieux sont avant tout d'origine anthropiques et liés aux propriétaires agricoles des parcelles. Ainsi, la fin de l'utilisation de ces milieux anthropiques par l'homme avec la régression de l'élevage notamment pourrait signifier leur déclin et leur disparition à moyen termes. Les difficultés des exploitations d'élevage allaitant garantes du maintien des haies sur le territoire, constituent ainsi une évolution défavorable des pressions dans le contexte du changement climatique.

Sylviculture



Les sécheresses importantes du sol en été peuvent notamment provoquer des phénomènes d'embolies conduisant au dépérissement des arbres. Des épisodes intenses de maladies ou ravageurs qui s'attaquent à ces arbres affaiblis peuvent ensuite mener à une mortalité importante des arbres au sein des peuplements forestiers. Les sécheresses accentuent la mortalité des essences « limites » en termes d'exigence écologique, de diversité génétique sur les stations forestières où elles sont implantées. C'est notamment le cas sur le territoire des peuplements issus de plantations en monoculture résineuses (Douglas, Pin noir, Cèdre...).

Au vu de la durée importante du cycle sylvigénétique (plusieurs siècles) et même dans le cas de cycles raccourcies par la sylviculture (plusieurs décennies à minima), il est évident que l'impact des changements climatiques rapides sur l'activité sylvicole seront importants.

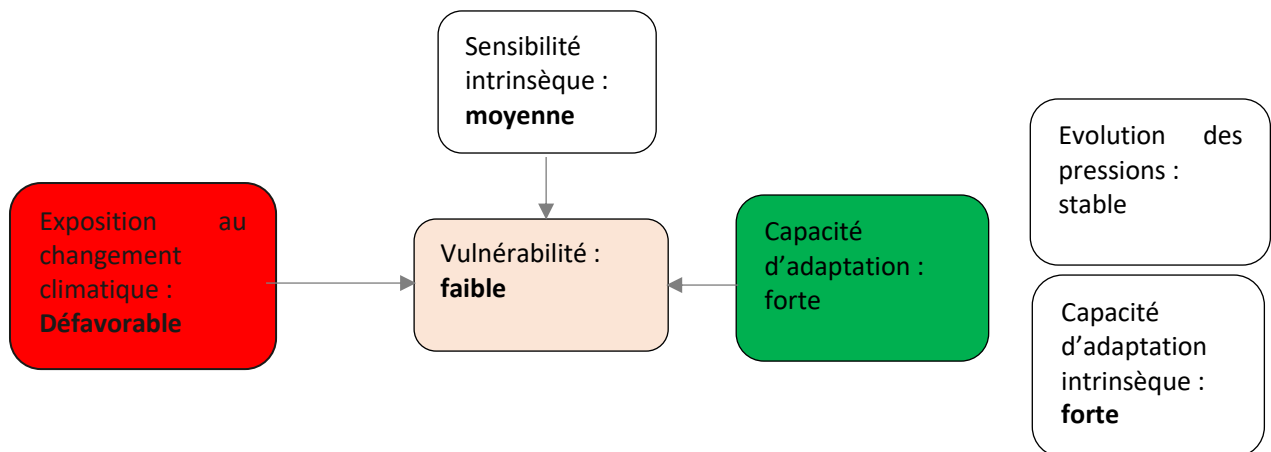
De plus, les phases de reboisement ou de changements d'essences nécessitent des investissements importants, qui ne seront certainement pas tous rentables à l'échéance. Cela nécessitera probablement une évolution dans l'approche de la sylviculture et des demandes de la filière bois.

L'augmentation de la fréquence des feux, des sécheresses du sol sont ainsi des risques déjà bien présents mais qui devraient augmenter à l'avenir.

Si une adaptation "naturelle" est envisageable sur la durée dans les boisements présentant des essences déjà adaptées à des conditions xériques (chêne pubescent, Alisier blanc...) et une forte diversité génétique, des démarches de reboisement en cas de dépérissement massif pouvant accélérer l'adaptation des boisements cultivés sera à suivre de près pour ne pas répéter les mêmes erreurs que lors des reboisements financés par le Fond Forestier national au sortir de la seconde guerre mondiale et pouvoir évaluer les conséquences sur les écosystèmes en place de ces introductions (SBF, 2021).

Les problématiques des ravageurs d'essences forestières comme l'Orme, le frêne, le châtaignier, le buis... introduits accidentellement par l'Homme ces dernières décennies devraient se poursuivre voire s'accroître pour d'autres essences indigènes comme exogènes, en lien avec les flux commerciaux mondiaux dérégulés sur le transport du vivant.

Pratique de loisir de plein air : escalade



Les milieux rupestres sont des milieux xériques avec une forte inertie thermique et souvent sans ombrages liés à la végétation, et sont notamment sensibles aux températures estivales. L'activité escalade est ainsi soumise à ces températures, avec des versants exposés au sud ou à l'ouest sur les Roches de Solutré et Vergisson. Si la vigilance sur la sécurité des parois restera de mise, la diminution du risque lié au gel et dégel dans les fissures rocheuses avec la diminution attendue des épisodes de gel intense pourrait limiter le risque de détachement des blocs en fin d'hiver.

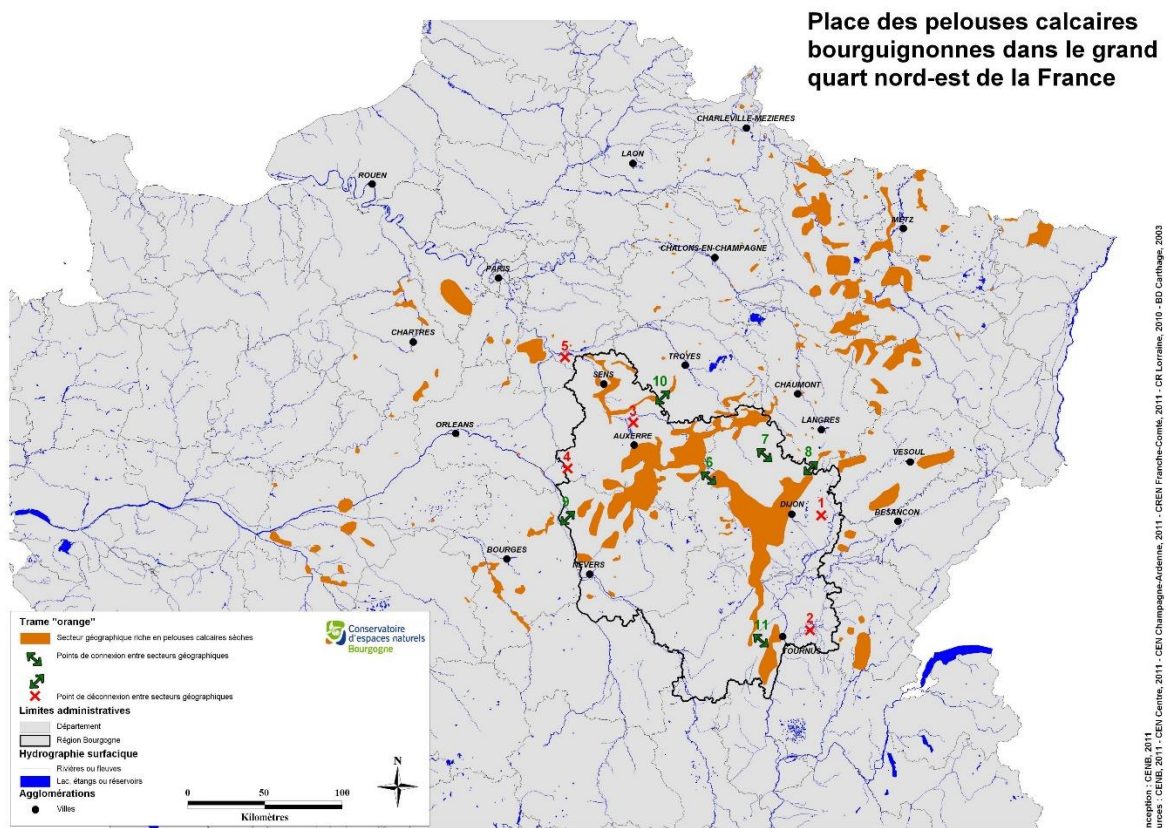
Les horaires de milieu de journée des périodes estivales pourraient pâtir de ces évolutions en termes de fréquentation, mais la pratique pourrait évoluer relativement aisément avec un décalage des horaires, en début de journée ou en fin d'après-midi lors de ces périodes où les journées sont longues.

Les nouveaux arrivants

Le couloir rhodanien constitue l'un des principaux axes de migration vers le Nord des espèces que ce soit pour les milieux humides (vallées du Rhône et de la Saône) que pour les milieux secs (côteaux de ces mêmes vallées).

Situé dans un axe nord-sud entre Beaujolais et côte chalonnaise, la côte mâonnaise constitue donc l'un des maillons pour la remontée des espèces de pelouses calcicoles aujourd'hui inféodées à des climats méditerranéens ou subméditerranéens vers le nord en « suivant » des climats favorables à leur cycle de vie. Dans la mesure où celles-ci arriveraient à les suivre, compte-tenu de leur vitesse de déplacement et de la rapidité des changements climatiques à l'œuvre.

L'atlas des pelouses calcaires de Bourgogne montrait cette continuité des pelouses calcaires vers le quart nord-est de la France (Ardouin et al., 2012).



Trame « orange » du grand quart nord-est de la France : points de rupture et corridors écologiques

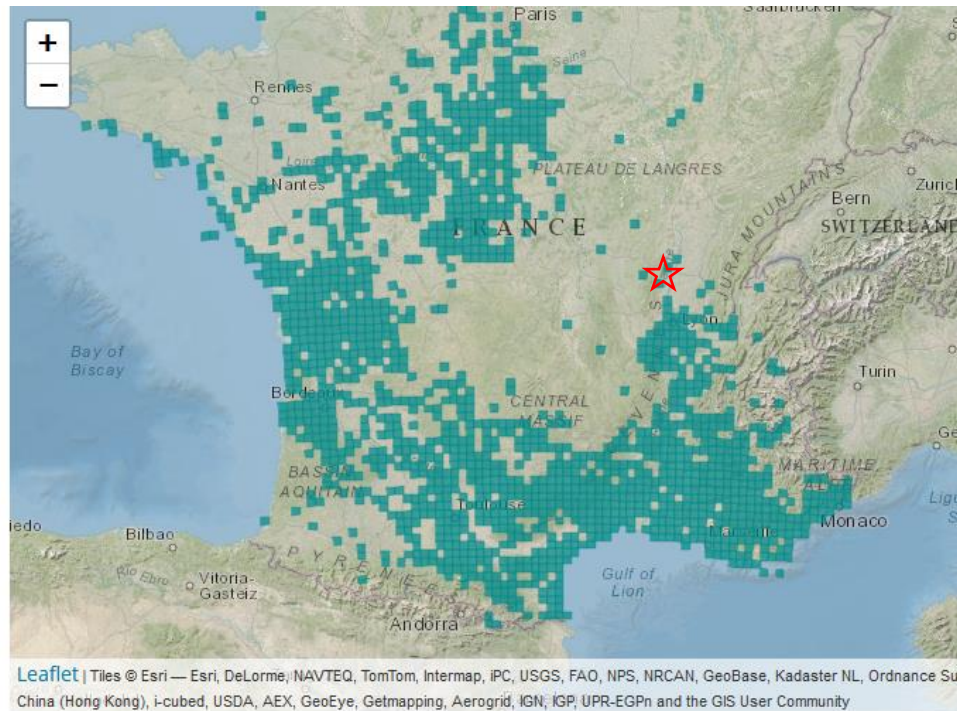
Atlas cartographique des pelouses calcaires de Bourgogne
CENB, 2012

Carte 2 : Place des pelouses calcaires de Bourgogne dans le quart nord-est de la France (Ardouin et al., 2012)

Sur les cartes de répartition ci-dessous, issues des données du site de l'INPN, le centre de l'étoile représente la localisation du site Classé et les carrés bleus les mailles de présences de l'espèce avec des données naturalistes validées.

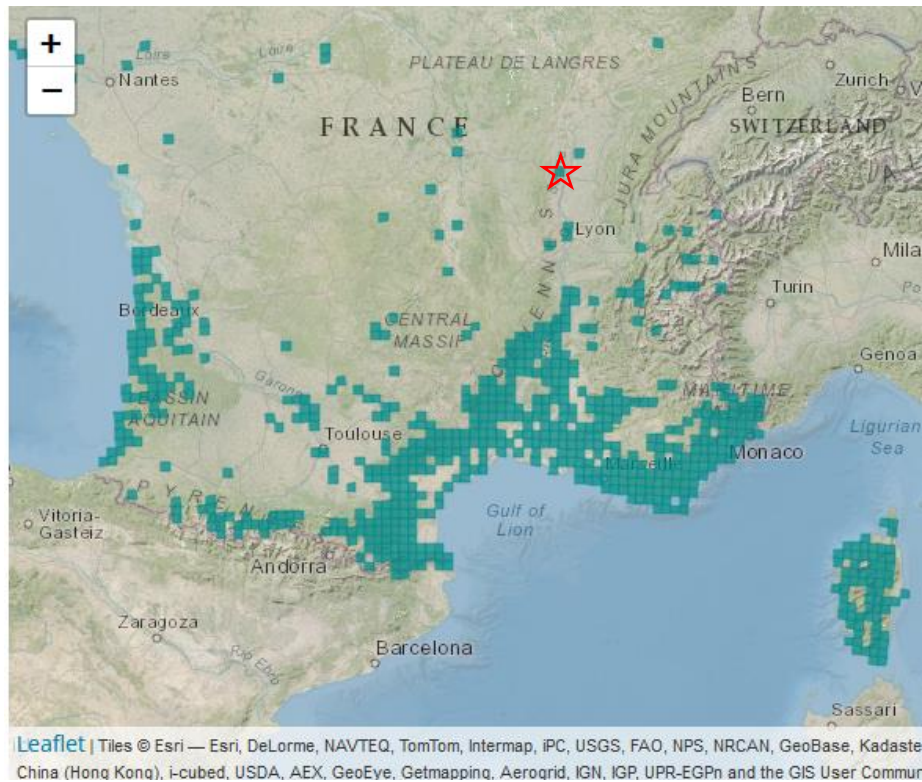
On peut d'ores et déjà citer certaines espèces uniquement citées récemment sur le territoire et qui semblent être adaptés car elles se maintiennent depuis plusieurs années :

- Le Criquet glauque (*Euchortippus elegantulus*)



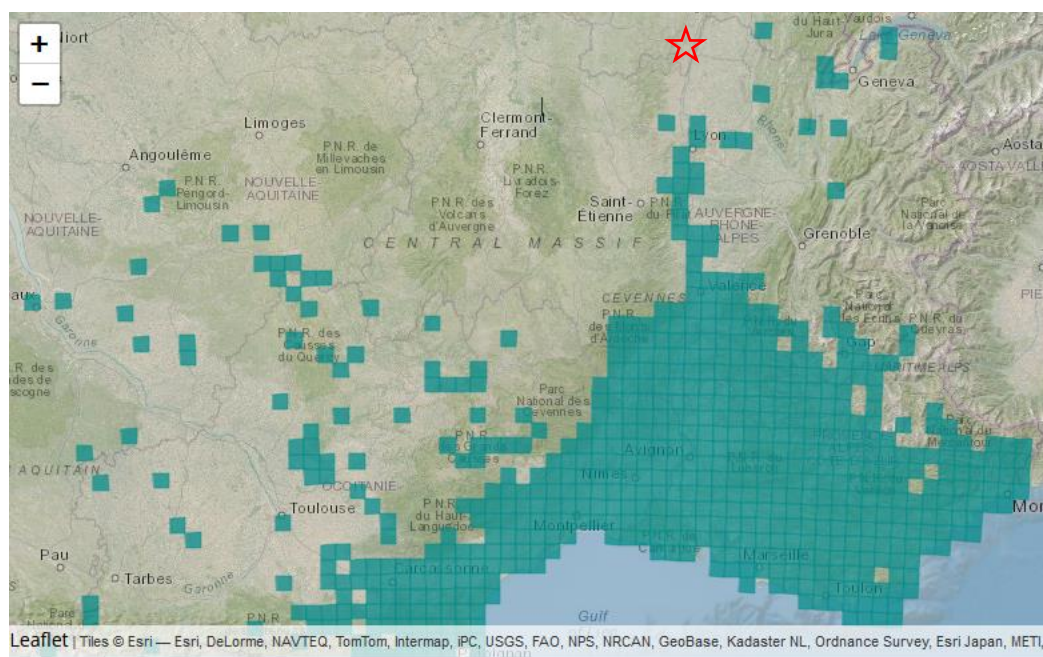
Carte 3 : Répartition connue du Criquet glauque en France

- Créteille hérissée : (*Cynosurus echinatus*) introduction probable via broyage ou activités pastorales.



Carte 4 : Répartition connue de la Créteille hérissée en France

Par ailleurs, de nouvelles espèces végétales à forte capacité de déplacement (reproduction zoochore voire anémochore...) ou profitant des déplacements humains : *Brachypodium phoenicoides*, *Aphyllanthes monspeliensis*, *Thymus vulgaris*... diverses espèces de Cistes... qui constituent les espèces principales des pelouses calcicoles et fourrés planitiaires de la zone subméditerranéenne (secteur Drome, Ardèche) pourraient arriver prochainement sur le territoire. En effet, les conditions de sols sont similaires à celles qu'elles connaissent dans le Sud de la France et l'évolution des conditions climatiques pourraient rendre ces surfaces favorables à leur installation au regard de leur écologie.



Carte 5 : Répartition connue de la du Brachypode de Phœnicie en France

La carte ci-dessus illustre par exemple la présence dans le couloir rhodanien de *Brachypodium phoenicoides*, qui pourrait faire son apparition dans les années ou décennies à venir sur le territoire.

Au-delà des espèces végétales, de nombreuses espèces animales d'affinité méditerranéenne, à fortes capacités de déplacement et relativement ubiquistes pourraient arriver rapidement si les conditions climatiques leur conviennent pour s'établir sur le territoire sur le moyen ou le long terme : Empuse pennée, Rollier d'Europe, diverses espèces d'hyménoptères, d'orthoptères, de lépidoptères...

Les espèces exotiques envahissantes végétales déjà connues en France pour leur forte capacité de colonisation de milieux peu concurrentiels thermophiles sont déjà particulièrement surveillées : *Senecio inaequidens*, *Ailanthus altissima*...

Enfin, dans un contexte de poursuite des échanges internationaux non maîtrisés, nombreuses sont les espèces à caractères potentiellement invasif en Europe qui pourraient s'installer dans les prochaines décennies dans tous les compartiments des écosystèmes composant l'aire protégée (flore, champignons lignicoles, faune du sol, insectes parasites...)

RÉCIT PROSPECTIF DES MONTS DU MACONNAIS SOUS L'EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Il s'agit d'imaginer l'évolution du site sous l'effet des vulnérabilités identifiées préalablement, de manière synthétique par grands types de milieux. Cela amène à déduire les grandes questions à traiter dans la stratégie et le plan d'adaptation par la suite (rapidité des processus, capacités de migrations, niveau d'interventionnisme...)

Pelouses calcicoles

L'impact potentiel des espèces exotiques envahissantes, actuelles et émergentes peut modifier en profondeur les différents milieux et leur fonctionnement. Pour le moment relativement épargnées par des espèces exotiques envahissantes herbacées, les pelouses calcicoles sont soumises aux aléas de l'introduction d'espèces transitant par les infrastructures de transport et le marché mondial des plantes d'ornement, peu réglementé jusqu'à présent.

Concernant la faune à caractère invasif, l'épisode récent d'invasion de la Pyrale du Buis (*Cydalima perspectalis*) a montré que toutes les espèces végétales indigènes peuvent être soumises à des atteintes massives et soudaines. Ces dynamiques d'invasion provoquent des impacts forts sur les paysages et des modifications importantes sur le fonctionnement des écosystèmes. Pour le cas de la Pyrale du Buis, cela a en l'occurrence donné une opportunité importante de reconquête des pelouses et ourlets calcicoles au détriment des habitats de buxaiés constitués.

D'un point de vue de l'évolution en composition faunistique et floristique de ces milieux, le côté opportun ou non de mettre en place une migration assistée peut se poser comme un choix de gestion.

Pour certaines espèces végétales adaptées (reproduction zoochore notamment), le phénomène de migration pourrait se faire naturellement le long des principaux corridors de déplacement des espèces. A savoir le Val de Saône pour la migration des oiseaux qui pourraient être des vecteurs importants d'une banque de graine du sud de la France vers le nord. C'est également le cas des corridors de milieux secs présents sur les coteaux du couloir rhodanien, pour des déplacements de proche en proche sur quelques décennies voire plus rapidement via les oiseaux ou les grands mammifères.

Pour d'autres espèces végétales, cette migration se réalisera certainement de manière involontaire mais liée aux activités humaines par les flux de graines entre le sud et le nord de la France induites par les déplacements le long des axes de transports. La dissémination sur les sites pouvant ensuite être assurée par l'importante fréquentation humaine de ces milieux (tourisme, pratiques sportives de pleine nature...).

Pour les espèces animales, phytophages notamment, le fait de trouver une végétation adaptée aux besoins de ces espèces (plante-hôtes, ressources alimentaires spécifiques...) constituera un prérequis à leur installation. Pour les espèces parasites ou prédatrices moins spécialisées, cette migration pourrait avoir lieu tant que les conditions climatiques le permettent au regard de l'écologie des espèces. La rapidité de ces déplacements pourrait dépendre à la fois de la capacité de dispersion intrinsèque de ces espèces, et de leur capacité à emprunter les modes de transports cités précédemment pour la flore.

Le suivi de ses migrations, en parallèle de celui des disparitions constatées, apparaîtrait en tout cas nécessaire pour orienter le choix de manière dynamique sur un curseur d'interventionnisme ou de « laisser-faire », dans la mesure où ce suivi de la connaissance sur la biodiversité pourrait être assuré de manière suffisamment précise et régulier.

D'un point de vue des évolutions climatiques attendues, on peut s'attendre à un glissement de chacun des habitats de pelouses calcicoles actuel vers des végétations plus thermophiles. La question du devenir des espèces qui les composent se posent notamment pour les végétations de pelouses mésophiles. La

possibilité qu'elles trouvent refuge dans les milieux calcaires actuellement prairiaux en marge du site n'est toutefois pas à exclure.

Plusieurs trajectoires peuvent s'envisager pour l'entretien de ces milieux ouverts : soutien accentué de l'élevage sur les milieux à fort enjeu de biodiversité, déploiement plus conséquent de l'éco-pâturage en régie ou sous d'autres formats, ouverture fréquente par des feux ou les mesures prises pour prévenir ceux-ci : DFCI, pare-feu...

Les milieux rocheux et falaises, repères emblématiques du territoire et semblant immuables devraient être relativement peu affectés par ces changements climatiques, même si les phénomènes d'érosion à l'échelle des temps géologiques sont bien à l'œuvre.

Le paysage viticole

Au vu de la renommée et du fer de lance économique que représente l'activité viticole sur le territoire, il apparaît logique que la filière mette tout en œuvre pour s'adapter au changement climatique et pouvoir maintenir son activité. Néanmoins cette adaptation de l'activité pourrait amener à revoir en profondeur le modèle et par la même le paysage et la matrice viticole (retenues collinaires, réseau d'irrigation, implantation de haies, d'arbres isolés...) comme le propose la « stratégie de la filière viticole face au changement climatique » avec un plan d'action issu notamment du projet LACCAVE (OLLAT, 2018). Ou à l'échelle locale le projet mêlant Viticulture et Agroforesterie intitulé VITAF mené par le Lycée de Davayé et ses partenaires.

Cela pourrait être à long terme l'opportunité de la culture de la vigne qui pourrait se décaler vers le nord de la France. En effet, l'installation de nouvelles cultures aujourd'hui uniquement présentes en zone méditerranéenne (Lavande, Amandiers ...) pourraient trouver des conditions favorables à leur expression sur le territoire. Des acteurs économiques qui s'en saisiraient avec la forte capacité de changement inhérents aux espaces cultivés par l'Homme pourraient amener une diversification des cultures sur le territoire. Avec des outils d'orientation des productions agricoles au regard du changement climatique comme ORCALE ou ClimA-XXI (climat et agriculture au XXIe siècle) porté par les Chambres d'agricultures, ces perspectives ne semblent plus si lointaines ou impossibles.

Les paysages bocagers

Le maintien des haies semble possible d'un point de vue des changements climatiques attendus. Cependant, les activités agricoles d'élevage associées à ces milieux et leur vulnérabilité au changement climatique constitue un frein au maintien à long terme des prairies et des haies associées.

L'orientation politique donnée aux aides de la Politique agricole commune et le poids relatif donné au financement de la production alimentaire d'une part et la préservation des paysages, de la biodiversité et des stocks de carbone représentés par les différents écosystèmes qui les composent d'autre part, apparaît comme incertain à ce stade compte-tenu des enjeux politiques sous-jacents.

L'abandon des parcelles bocagères mènerait à un boisement de celles-ci à moyen termes, ponctuant le paysage d'une nouvelle matrice forestière plus étendue. A l'inverse le développement de nouvelles cultures pourrait menacer ces espaces bocagers par une transformation en grand ensemble cultivés et mécanisés.

Les forêts

Au regard des dynamiques déjà engagées, un fort interventionnisme est prévisible sur les espaces à enjeu de production de bois, public comme privé.

Le test de nouvelles essences exogènes pourrait modifier en profondeur le paysage comme ce fut le cas lors des reboisements de l'après-guerre dans les années 1950-1960. Cependant, la volonté de diversification au sein d'une parcelle qui semble à l'œuvre dans les différents documents stratégiques des secteurs publics comme privé, pourrait améliorer la chance de conserver un couvert boisé et une fonctionnalité d'écosystème forestier.

A l'inverse, les secteurs de boisements établis sur des stations particulièrement difficiles (peu de sols, exposition sud), pourraient s'inscrire dans des trajectoires sans intervention sylvicole au vu d'un potentiel devenant désespéré pour la production, dans la mesure où le maintien ou la mise en place de statuts de protection réglementaires ou fonciers permettrait de limiter les défrichements.

CONCLUSION

Les évolutions climatiques déjà à l'œuvre ces dernières décennies auront nécessairement des conséquences dans les prochaines années sur l'évolution des milieux, des usages, de la gestion et donc des paysages de l'aire protégée des Monts du Mâconnais

Néanmoins, l'ensemble des incertitudes à l'échelle continentale sur le changement (ou dérèglement) climatique comme par exemple l'affaiblissement du Gulf Stream (Caesar et al. 2021) ou d'autres phénomènes planétaires et leurs conséquences potentielles en Europe de l'Ouest restent très incertaines à ce jour. Ces incertitudes sont également marquées à l'échelle locale et plaident en faveur d'une prudence dans les politiques d'adaptation.

Il est en jeu la capacité d'adapter la gestion aux changements de tendance ici représentés par des normales équivalentes à des moyennes sur 30 ans, mais également à une variabilité interannuelle qui pourrait elle aussi s'accroître avec des événements extrêmes plus fréquents.

Il s'agira dans un second document de rédiger une stratégie d'adaptation qui devra prendre en compte l'ensemble de ces incertitudes et donner des outils pour affiner la connaissance de ces changements et de leur impact local, tout en répondant autant que faire se peut aux enjeux pour maintenir des écosystèmes diversifiés, fonctionnels et donc résilients.

LISTE DES ACRONYMES

ALADIN : Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational

CBNBP : Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien

CENB : Conservatoire d'espace naturel de Bourgogne

DREAL BFC : Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement Bourgogne-Franche-Comté.

EEE : Espèce Exotique Envahissante

HYCCARE : HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation, Ressource en Eau

MAEC : mesures agro-environnementales et climatiques

MBA : Mâconnais Beaujolais Agglomération

PCAET : Plan Climat-Air-Energie Territorial

RCP : Representative Concentration Pathway

GLOSSAIRE

Aire de répartition

Zone délimitant la répartition géographique d'une espèce vivante, elle peut-être continue ou disjointe.

Bilan fourrager

Calcul permettant aux éleveurs de s'assurer que les stocks de fourrage permettront de couvrir le besoin des animaux.

Biodiversité

Diversité des organismes vivants, qui s'apprécie en considérant la diversité des espèces, celle des gènes au sein de chaque espèce, ainsi que l'organisation et la répartition des écosystèmes.

https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000020506972

Climat

Ensemble des caractéristiques de l'atmosphère (température, pluviométrie, pression atmosphérique, humidité, ensoleillement, vents...) et de leurs variations, à une échelle spatiale donnée et sur une période suffisamment longue (30 ans).

Démarche d'adaptation

Démarche qui permet à un système humain ou naturel de réduire les effets négatifs et/ou de tirer parti des effets positifs du changement climatique.

Exposition

Nature, degré et fréquence des variations climatiques (et leurs « conséquences physiques ») susceptibles d'être subies par les systèmes humains ou naturels.

Espèce exotique envahissante

Espèce exotique, dite aussi allochtone ou non indigène, dont l'introduction par l'homme, volontaire ou fortuite, sur un territoire menace les écosystèmes, les habitats naturels ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques, économiques et sanitaires négatifs. Le danger de ces espèces est qu'elles accaparent une part trop importante des ressources dont les espèces indigènes ont besoin pour survivre, ou qu'elles se nourrissent directement des espèces indigènes.

Espèce ligneuse

Végétal qui fabrique de la lignine en grande quantité, l'un des constituants essentiels du bois avec la cellulose. Les espèces ligneuses sont les arbres, arbustes, arbrisseaux et certaines lianes.

Eutrophisation

Processus d'accumulation des nutriments dans un écosystème donné. Il concerne principalement l'azote et le phosphore et se traduit par une modification progressive des équilibres biologiques de l'écosystème concerné. Le processus, accentué par le réchauffement climatique, favorise en effet les espèces (végétales et animales) à croissance rapide au détriment des espèces à croissance plus lente, et en milieu aquatique peut même provoquer une anoxie fatale pour la plupart des espèces.

Hydrosystème

Système composé de l'eau et des milieux aquatiques associés dans un secteur géographique délimité.

Modèle climatique

Modélisation mathématique qui simule les interactions entre l'atmosphère, l'océan et les surfaces continentales pour obtenir les évolutions possibles du climat terrestre.

Phénologie

Étude de l'apparition d'événements périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat, exemples : émergence, reproduction, migration.

Paramètre climatique

Grandeur observée ou calculée permettant de caractériser le climat et son évolution sur un espace géographique. Par exemple : les températures moyennes, les vagues de chaleur, le régime des précipitations, les épisodes de sécheresse, l'élévation du niveau marin...)

Pression non climatique

Pression anthropique ou naturelle qui peut influencer, en négatif ou en positif, sur la capacité intrinsèque d'adaptation ou la pérennité d'un milieu, d'une espèce ou d'une activité (ex : fragmentation des milieux, pollutions, activités sportives et touristiques, exploitation des ressources naturelles, espèces exotiques envahissantes...).

Résilience

Il s'agit de la capacité d'un écosystème à résister et à survivre à des altérations ou à des perturbations affectant sa structure ou son fonctionnement, et à trouver, à terme, un nouvel équilibre. Source : avis relatif au vocabulaire de l'environnement, JO du 12 avril 2009.

Ripisylve

Ensemble des formations boisées (arbres, arbustes, buissons) qui se trouvent aux abords d'un cours d'eau.

Scénario climatique

Hypothèses sur l'évolution de la démographie mondiale et des modes de vie à travers la planète pour simuler les émissions futures de gaz à effet de serre. Les scénarios les plus récents sont les scénarios RCP établis par le GIEC.

Sensibilité intrinsèque

Propension intrinsèque d'un système humain ou naturel à être affecté favorablement ou défavorablement par des variations climatiques (et leurs « conséquences physiques »).

Services écosystémiques

Les services écosystémiques sont les multiples avantages que la nature apporte à la société. Les services écosystémiques rendent la vie humaine possible, par exemple en fournissant des aliments nutritifs et de l'eau propre, en régulant les maladies et le climat, en régulant l'érosion et les inondations, en contribuant à la pollinisation des cultures et à la formation des sols et en fournissant des avantages récréatifs, culturels et spirituels. <http://www.fao.org/ecosystem-servicesbiodiversity/fr/>

Socio-écosystème

Territoire composé d'un système écologique, d'un système économique, d'un système politique, et enfin d'un système socio-anthropologique. Les systèmes écologiques ce sont les écosystèmes, qui sont composés de la flore, de la faune, des microorganismes, et du support physicochimique – du biotope – qui constitue le cadre de vie de l'ensemble de ces organismes. Le système économique gérant les biens et services, le système politique gérant les relations de pouvoir et décisionnel, et le système socio-anthropologique, représentant à la fois les valeurs, les représentations et les technologies.

https://www.su-ite.eu/wp-content/uploads/2018/06/Couvet_socio%C3%A9cosyst%C3%A8me.pdf

Vulnérabilité

Propension d'un système humain ou naturel à subir des dommages, en fonction de son exposition, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation globale aux variations climatiques (et leurs « conséquences physiques »).

BIBLIOGRAPHIE

ARDOUIN A., GOMEZ S., JUILLARD P. & WEBER E. 2012. - Atlas cartographique des pelouses calcaires de Bourgogne Conservatoire d'Espaces Naturels de Bourgogne, Fenay, 59 p.

BARDET O., FEDOROFF E., CAUSSE G. & MORET J., 2008 - Atlas de la flore sauvage de Bourgogne. Biotope (Mèze), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 752 p.

Brulebois E., Castel T., Richard Y., Chateau-Smith C. and Amiotte-Suchet P., 2015 - Hydrological response to an abrupt shift in surface air temperature over France in 1987/88, *Journal of Hydrology*, 531 (3), pp.892-901.

Cadars D., 1999 - Évaluation des risques de la présence de *Senecio inaequidens* sur des sites à intérêt patrimonial. Mémoire de stage, ENSA de Montpellier, 40 p.

Caesar, L., McCarthy, G.D., Thornalley, D.J.R. *et al.* 2021 - Current Atlantic Meridional Overturning Circulation weakest in last millennium. *Nat. Geosci.* **14**, 118–120. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00699-z>

DEHONDT, F., MORA, F. & l'OPIE Franche-Comté, 2013 - Atlas des sauterelles, grillons et criquets de Franche-Comté, illustrations commentées du peuple chantant de l'herbe, Ouvrage, Ed Naturalia publication : 191p.

Granier A., Badeau V., Bréda N., 1995 - Modélisation du bilan hydrique des peuplements forestiers. *Revue forestière française*, AgroParisTech, 67 (S), pp.59-68.

OLLAT N., 2018 - INRAE. La vigne, le vin et le changement climatique en France. doi : 10.15454/jt3y-1a55

JEANDENAND F. & REFALO C., 2017 – DOCUMENT UNIQUE DE GESTION. Site des monts du Mâconnais et des roches de Solutré-Pouilly et Vergisson. Tome 1. Conservatoire d'Espaces Naturels de Bourgogne et Territoires & Paysages. 201 p. + annexes.

MUKHERJEE K. *et al.*, 2017 - Experimental evolution of resistance against *Bacillus thuringiensis* in the insect model host *Galleria mellonella* results in epigenetic modifications. *Virulence*, vol.8 (8) : p.1618-30.

Richard Y., Castel T., Bois B., Cuccia C., Marteau R., Rossi A., Thévenin D., Toussaint H., 2014 : l'évolution des températures observées en Bourgogne (1961-2011), *Bourgogne Nature*, 19, 110-117.

Société Botanique de France, Coll. 2021. Livre blanc : L'introduction d'essences exotiques en forêt. ISBN 978-2-493703-00-2. 95 p. + Annexes

Tissot A-C, Amiotte-Suchet P., Brulebois E., Castel T., Ponnou-Delaffon V., *et al.*, 2015 - *Le changement climatique en Bourgogne et ses impacts sur la ressource en eau*. Synthèse, 2 p.

Tissot A-C, Amiotte-Suchet P., Brulebois E., Castel T., Ponnou-Delaffon V., *et al.*, 2016 - Hydrologie, Changement Climatique, Adaptation, Ressource en Eau en Bourgogne : rapport final du projet HYCCARE Bourgogne. 115 pages.



naturadapt.com

Le projet LIFE Natur'Adapt vise à intégrer les enjeux du changement climatique dans la gestion des espaces naturels protégés européens. Coordonné par Réserves Naturelles de France, il s'appuie sur un processus d'apprentissage collectif sur 5 ans (2018-2023), autour de trois axes :

- L'élaboration d'outils et de méthodes opérationnels à destination des gestionnaires d'espaces naturels, notamment pour élaborer un diagnostic de vulnérabilité au changement climatique et un plan d'adaptation ;
- Le développement et l'animation d'une communauté transdisciplinaire autour des espaces naturels et du changement climatique ;
- L'activation de tous les leviers (institutionnels, financiers, sensibilisation...) nécessaires pour la mise en œuvre concrète de l'adaptation.

Les différents outils et méthodes ont été expérimentés sur six réserves partenaires du projet, puis revus et testés sur 15 autres sites, avant la dernière phase de déploiement aux échelles nationale et européenne.

Coordinateur du projet



Grâce au soutien financier de



Contact : naturadapt@rnfrance.org / 03.80.48.91.00

Partenaires engagés dans le projet



Financeurs du projet



The Natur'Adapt project has received funding from the LIFE Programme of the European Union

LIFE17 CCA/FR/000089 - LIFE #CC #NATURADAPT

Novembre 2022