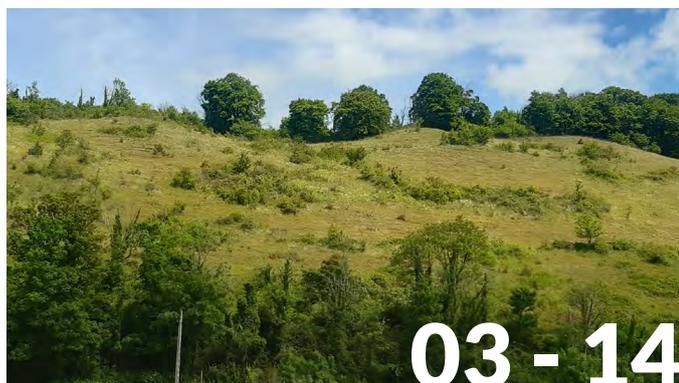


FICHES TECHNIQUES

LA PRISE EN COMPTE DU
CHANGEMENT CLIMATIQUE
DANS LES MILIEUX NATURELS
DE NORMANDIE

SOMMAIRE



FICHE 0
FICHE INTRODUCTIVE
SUR LA PRISE EN COMPTE
DU CHANGEMENT CLIMATIQUE
EN NORMANDIE



FICHE 1
LA PRISE EN COMPTE
DU CHANGEMENT CLIMATIQUE
SUR LES **PELOUSES CALCICOLES**
DE NORMANDIE



FICHE 2
LA PRISE EN COMPTE
DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR
LES **TOURBIÈRES ET**
****BAS-MARAIS** DE NORMANDIE**



À VENIR
5 FICHES

FICHE INTRODUCTIVE SUR LA PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN NORMANDIE

Cette fiche introductive vise à contextualiser le projet ayant amené à l'élaboration de fiches techniques pour la prise en compte du changement climatique par type de milieu en Normandie, et à en présenter les objectifs principaux. De plus, il propose une synthèse climatique pour la région, ainsi qu'une liste de structures contacts potentielles pour aider à la prise en compte du changement climatique sur les milieux.

LE PROJET

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la Stratégie Nationale des Aires Protégées (SNAP) et plus précisément dans sa déclinaison régionale : le plan d'action régional 2022-2024 pour les aires protégées terrestres en Normandie. Le projet répond à l'action 4.3 de ce plan d'action, qui vise à concevoir des fiches techniques pour la prise en compte du changement climatique par grand type de milieu. La mise en œuvre de cette action est portée par l'Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable (ANBDD). Ces documents sont disponibles en [annexe](#).

Des groupes de travail par grand type de milieu ont été organisés, où étaient conviés des gestionnaires et naturalistes experts de ces milieux. L'objectif de ces groupes de travail était ainsi de discuter des différents sujets abordés dans ces fiches techniques afin d'obtenir un maximum d'informations, mais aussi de recueillir les ressentis, les perspectives et besoins spécifiques des gestionnaires. Ces échanges, complétés par un travail de synthèse bibliographique, ont ainsi permis de rédiger ces fiches techniques sur

la prise en compte du changement climatique.

Ces fiches techniques sur la prise en compte du changement climatique sont organisées par grand type de milieu, celles déjà rédigées sont disponibles ici :

[Pelouses calcicoles](#)

[Tourbières et bas-marais](#)

[Mares et autres plans d'eau \(à venir en déc. 2024\)](#)

D'autres fiches techniques sur la prise en compte du changement climatique seront rédigées en 2025 pour couvrir des milieux supplémentaires tels que les landes/pelouses silicicoles, les dunes/pré-salés/marais arrière-littoraux et les cours d'eau.



LES OBJECTIFS

Les différentes fiches techniques sur la prise en compte du changement climatique, divisées par type de milieu, ont été développées pour atteindre plusieurs objectifs clés :

1. Fournir aux gestionnaires des informations sur les principaux impacts du changement climatique observés en Normandie pour chaque type de milieu.
2. Identifier les éléments écologiques (activités humaines, pratiques de gestion, espèces, habitats, fonctionnalités écologiques...) vulnérables face au changement climatique, et proposer des suivis pour évaluer les changements et la vulnérabilité du milieu.
3. Dresser la liste des points de vigilance sur certaines actions de gestion, et offrir quelques recommandations spécifiques pour l'adaptation des pratiques de gestion face au changement climatique.
4. Recenser les ressources disponibles, les outils utiles, et les personnes ou structures référentes qu'il est possible de contacter pour le sujet de prise en compte du changement climatique sur le milieu.



INFORMATIONS GÉNÉRALES

Cette synthèse est produite à partir de plusieurs sources bibliographiques, telles que les synthèses des premiers travaux du GIEC Normand ou l'étude sur le changement climatique en Normandie d'ici 2100 par Olivier Cantat et François Beauvais, toutes les deux disponibles en [annexe](#). La synthèse climatique est conçue non seulement pour fournir une base d'information, mais aussi pour être réutilisée par les gestionnaires d'espaces naturels qui souhaiteraient s'en servir dans le cadre de la rédaction d'un récit climatique au sein du diagnostic de vulnérabilité de Natur'Adapt (plus d'informations sur le projet LIFE Natur'Adapt en [annexe](#), et plus de données pour faire son propre récit climatique en [annexe](#)).

La Normandie se caractérise par un climat océanique tempéré, avec des hivers doux et humides, et des étés frais souvent moins pluvieux. Mais il est possible de distinguer plus précisément 3 types de climat au sein de la région en fonction de paramètres locaux.

Le climat contrasté des collines, observé principalement dans le Pays de Bray et le Bocage Normand, se traduit par de plus fortes précipitations. Il est aussi retrouvé de façon moins marquée dans le Pays d'Auge, le Roumois, le Lieuvin, le pays d'Ouche et le Perche.

Le climat maritime est quant à lui observé dans le Cotentin et le Bessin. Ce climat est caractérisé par des températures douces, des précipitations fréquentes et une humidité élevée. Le Pays de

Caux, bien que légèrement plus frais, partage des caractéristiques climatiques similaires.

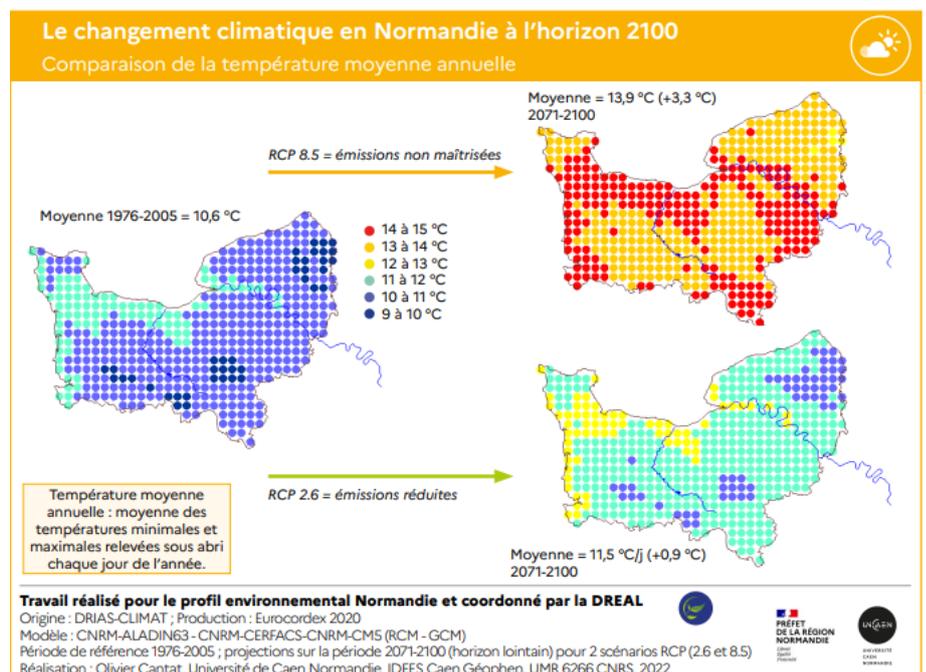
Enfin, le climat des plateaux abrités se retrouve en de multiples lieux de la région : la Plaine du Neubourg, la Plaine de Saint André, le Vexin Normand, la Plaine d'Argentan, la Campagne d'Alençon, et influence aussi la Plaine de Caen. Les intervalles de températures y sont globalement plus grands que pour le reste de la région et la pluviométrie peut y être plus faible si le milieu est protégé par les collines normandes.

On observe aussi des différences à l'intérieur même de ces ensembles climatiques en fonction de la proximité avec le littoral.

La carte de ces ensembles climatiques observés en Normandie peut être retrouvée en [annexe](#).

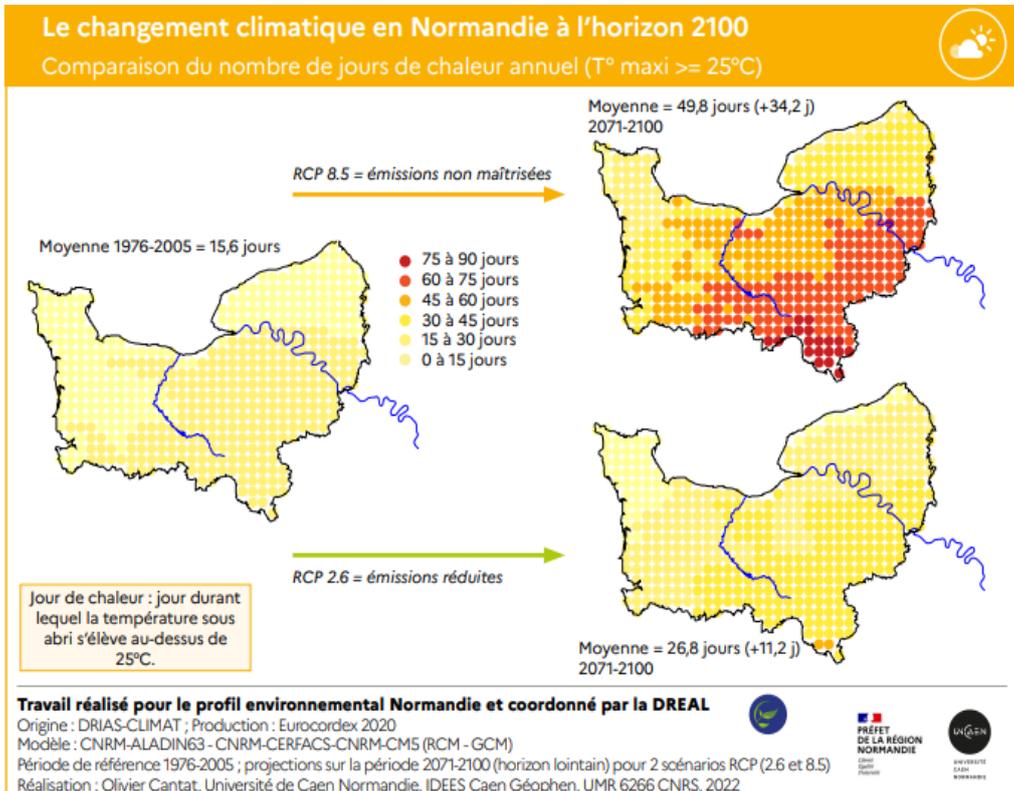
LA TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE

La température moyenne actuelle en Normandie se situe autour de **11°C**, avec toujours des différences plus ou moins marquées selon la proximité des côtes ou le relief. Depuis les années 1970, la région a enregistré une hausse notable des températures d'environ **+1,8°C**. D'ici 2100, et d'après le scénario optimiste RCP 2.6 du GIEC, la température moyenne annuelle pourrait encore augmenter de **1°C**. Mais si aucune politique de réduction de gaz à effet de serre n'est mise en œuvre (scénario pessimiste RCP 8.5 du GIEC), la température moyenne annuelle régionale pourrait cette fois augmenter de **3,5 à 4°C**, avec un impact plus marqué à l'intérieur des terres.



LE NOMBRE DE JOURS DE CHALEUR ANNUEL (T°MAX ≥ 25°C)

Actuellement, la région compte entre **15 et 30 jours de chaleur par an**, avec toujours des disparités selon la localisation. D'après le scénario pessimiste RCP 8,5, ce nombre pourrait atteindre **40 à 60 jours/an** d'ici 2100, voire 90 jours/an pour l'Orne et l'Eure.

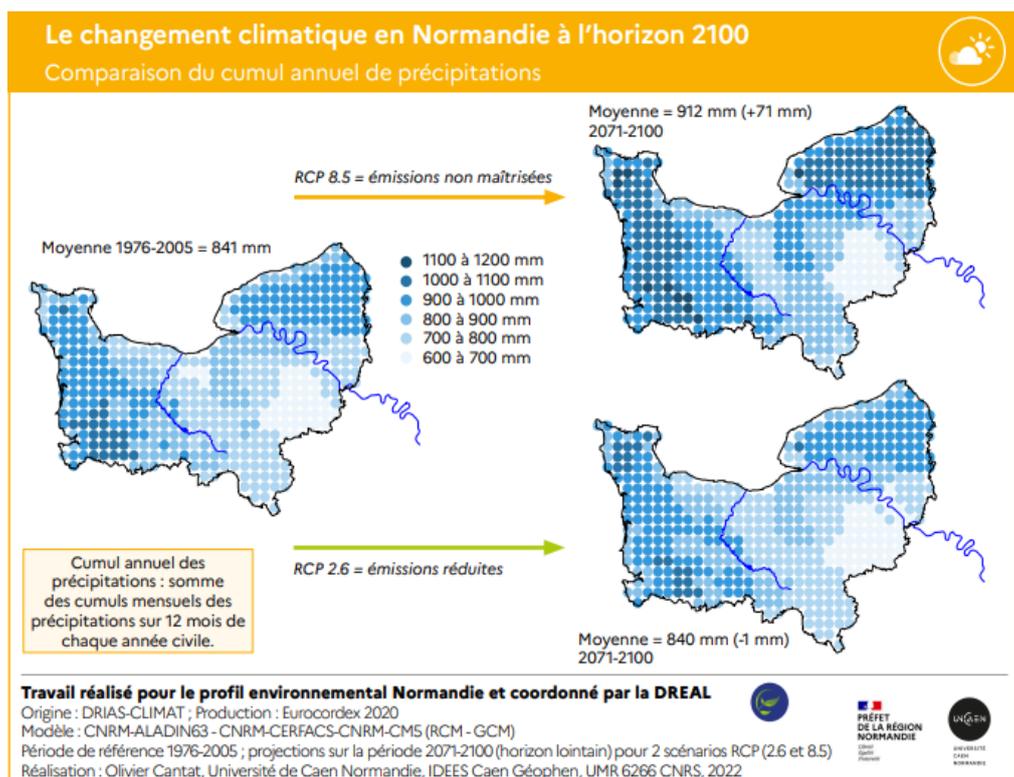


LES PRÉCIPITATIONS

LE CUMUL ANNUEL

La **moyenne régionale du cumul annuel** des précipitations était estimée à **845 mm** en 2023, soit **+4 à 5%** depuis les années 50.

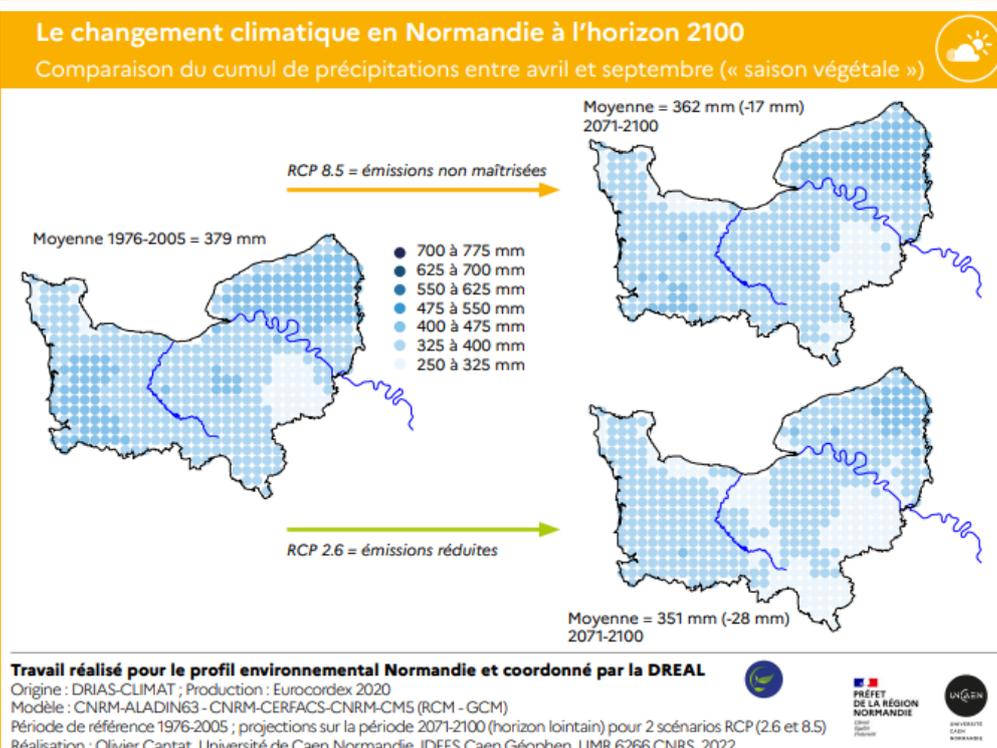
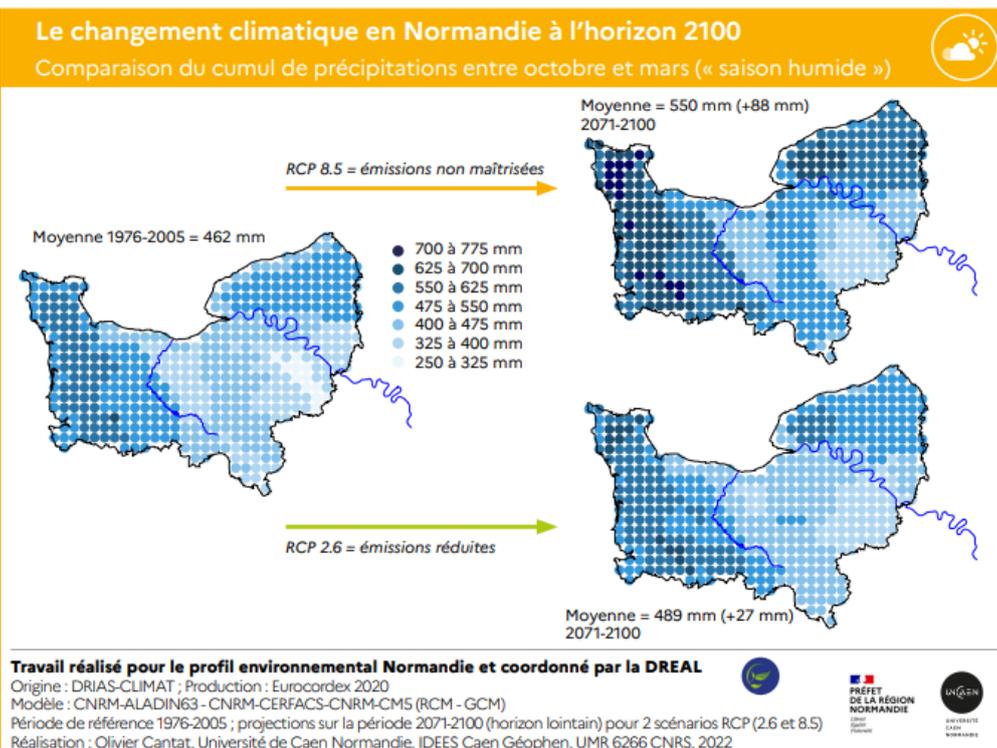
D'après le scénario RCP 2.6, peu de changements seraient observés sur ce cumul annuel des précipitations d'ici 2100. D'après le scénario RCP 8,5, les prévisions indiquent une augmentation de la moyenne du cumul annuel à l'échelle régionale. Mais cette dernière observation n'est pas valable pour toute la région puisqu'une diminution de ce cumul annuel de précipitations d'environ 10% d'ici 2100 est estimée dans certaines zones. Ainsi, d'après ce scénario, la fréquence des périodes sèches augmenterait avec presque un mois par an de sécheresse dans ces régions.



LA SAISONNALITÉ

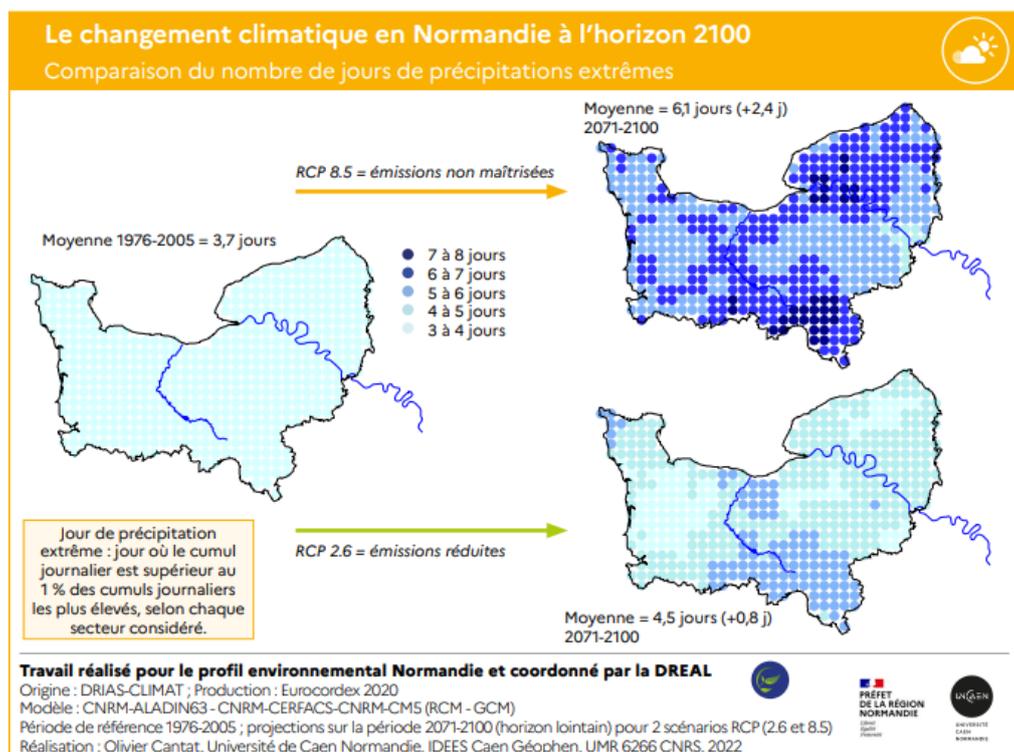
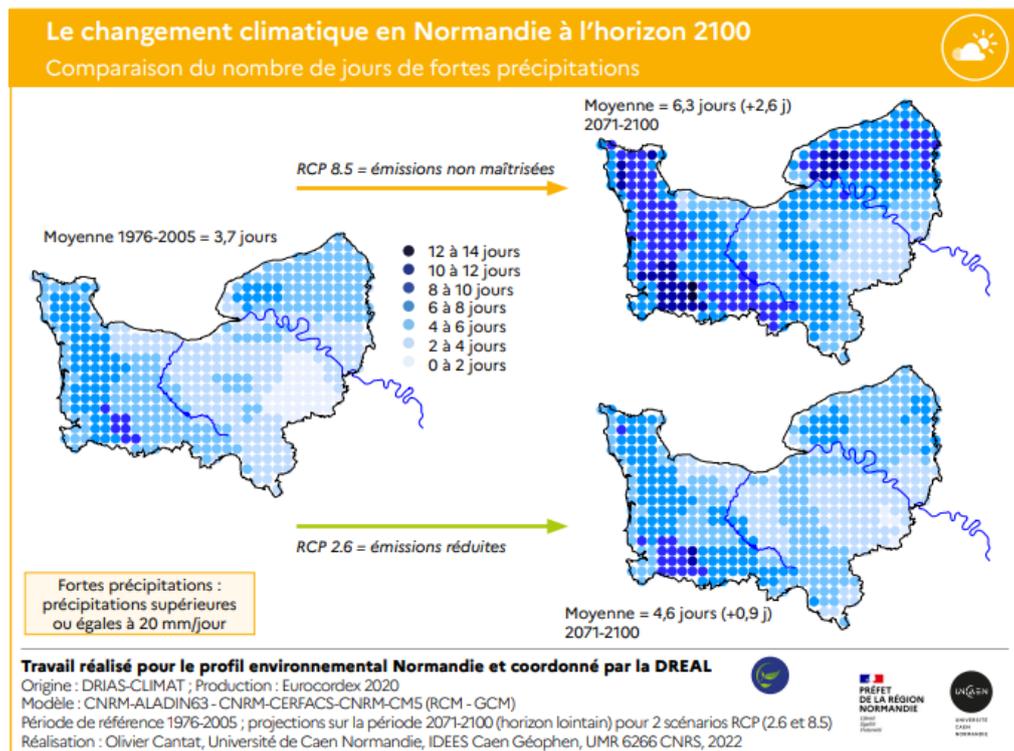
La **saisonnalité** de ces précipitations serait aussi impactée par le changement climatique, avec une différence entre la saison humide (octobre à mars) et la saison végétative ou végétale (avril à septembre) plus ou moins marquée selon le scénario choisi :

- Pour la **saison humide**, la moyenne des précipitations pourrait augmenter significativement d'ici 2100. Sous le scénario RCP 8.5, la région verrait une hausse de 88 mm, avec une moyenne atteignant 550 mm. Les précipitations pourraient être davantage abondantes dans l'ouest de la région, avec des accumulations jusqu'à 775 mm. Le scénario RCP 2.6 est plus modéré, avec une augmentation de 27 mm en moyenne.
- Pour la **saison végétative** (ou végétale), en revanche, les précipitations estivales sont projetées à la baisse, surtout sous le scénario RCP 8.5, avec une diminution de 17 mm pour la moyenne régionale, et certaines zones pourraient recevoir jusqu'à 325 mm de précipitations en moins. Le scénario RCP 2.6 prévoit également une baisse dans les précipitations mais moins marquée (-28 mm).



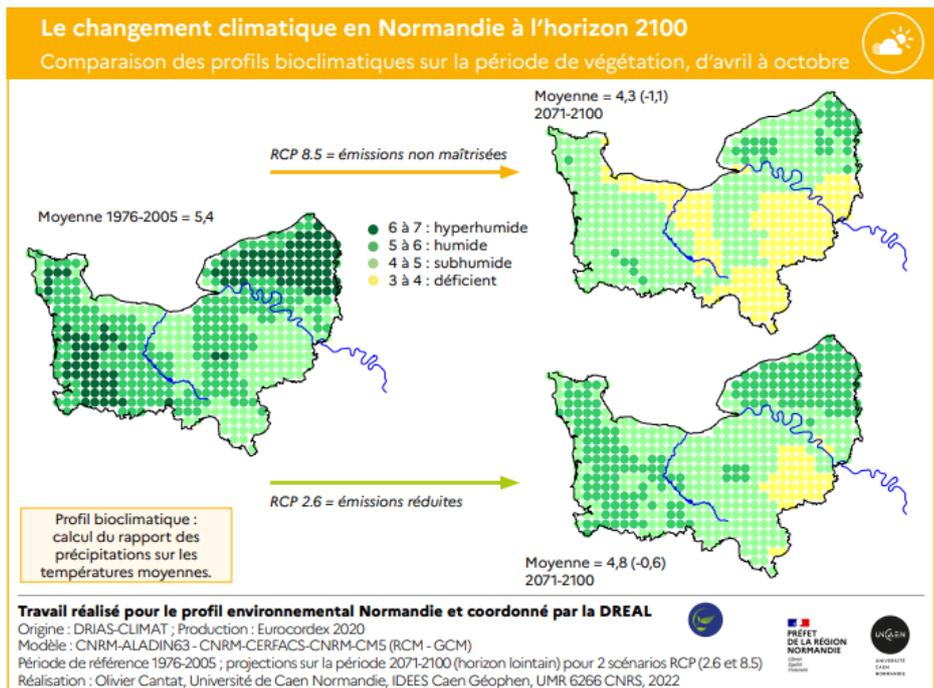
LES FORTES PRÉCIPITATIONS ET PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES

Les jours de **fortes précipitations** (≥ 20 mm/jour) et de **précipitations extrêmes** (jour où le cumul journalier est supérieur à 1% des cumuls journaliers les plus élevés) sont aussi susceptibles d'augmenter en fréquence avec le changement climatique. Pour les fortes précipitations, elles sont actuellement estimées à 3,7 jours/an et pourraient augmenter sur toute la région, avec des secteurs qui pourraient même atteindre 12 à 14 jours/an d'ici 2100 (scénario RCP 8,5) ou 10 à 12 jours/an dans le scénario plus optimiste (RCP 2.6). Pour les précipitations extrêmes, le nombre de jours pourrait passer d'une moyenne régionale à 3,7 jours/an à 7 à 8 jours/an dans certaines zones de la région (scénario RCP 8,5) ou 5 à 6 jours/an dans un scénario plus optimiste (RCP 2.6).



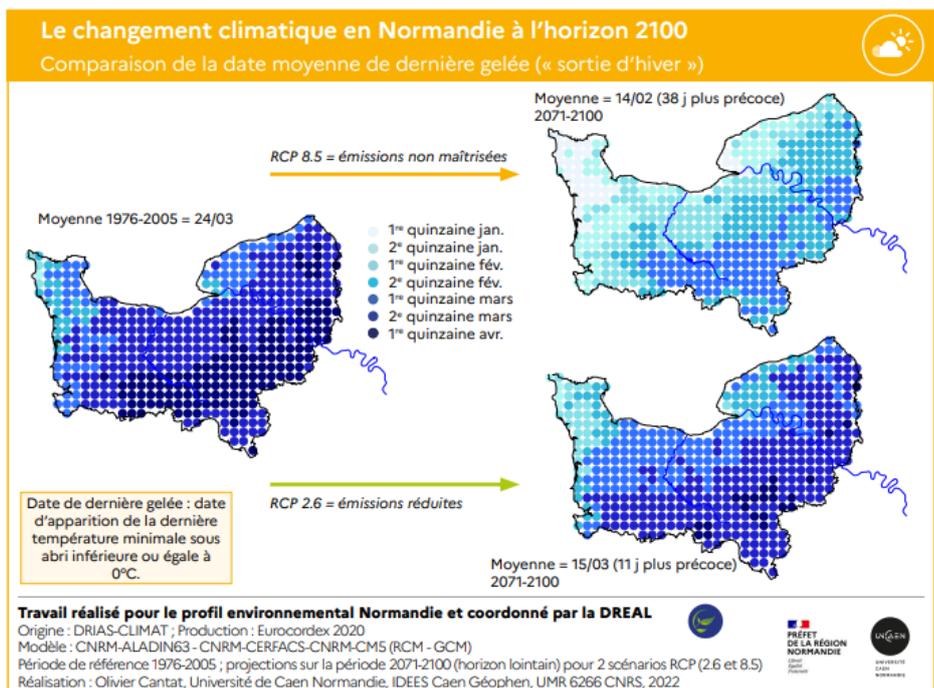
LE PROFIL BIOCLIMATIQUE

Le profil bioclimatique, qui mesure le **rapport des précipitations sur les températures moyennes**, montre des changements importants en Normandie selon les projections climatiques. Pour la période de référence (1976-2005), la moyenne régionale était de 5,4, indiquant un climat principalement humide à subhumide. Pour le scénario RCP 8.5, la moyenne bioclimatique pourrait chuter à 4,3 d'ici 2100, signalant un climat subhumide à déficient dans de nombreuses zones. Cette baisse résulte d'une hausse des températures et d'une réduction des précipitations estivales. Selon le scénario RCP 2.6, la moyenne tomberait à 4,8 avec un impact alors moins marqué, mais certaines zones pourraient devenir subhumides. Ces transformations bioclimatiques auront alors des conséquences significatives pour les différents écosystèmes régionaux.



LES DATES DE DERNIÈRE GELÉE

La date moyenne de dernière gelée en Normandie pour la période de référence correspond au 24 mars. Les scénarios climatiques futurs montrent des changements importants : sous le scénario RCP 8.5, cette date pourrait avancer au 14 février d'ici 2100, soit 38 jours plus tôt, tandis que sous le scénario RCP 2.6 elle se situerait autour du 15 mars soit 11 jours plus tôt. Il est également intéressant de noter que, bien que les épisodes de gel deviendront moins fréquents et moins intenses, les épisodes de gel tardif continueront d'exister et pourront causer des dommages importants à la végétation. En effet, les gelées printanières, bien que plus rares, resteront un danger majeur pour les cultures et les écosystèmes locaux. Plus d'informations sur les gelées en France en [annexe](#).

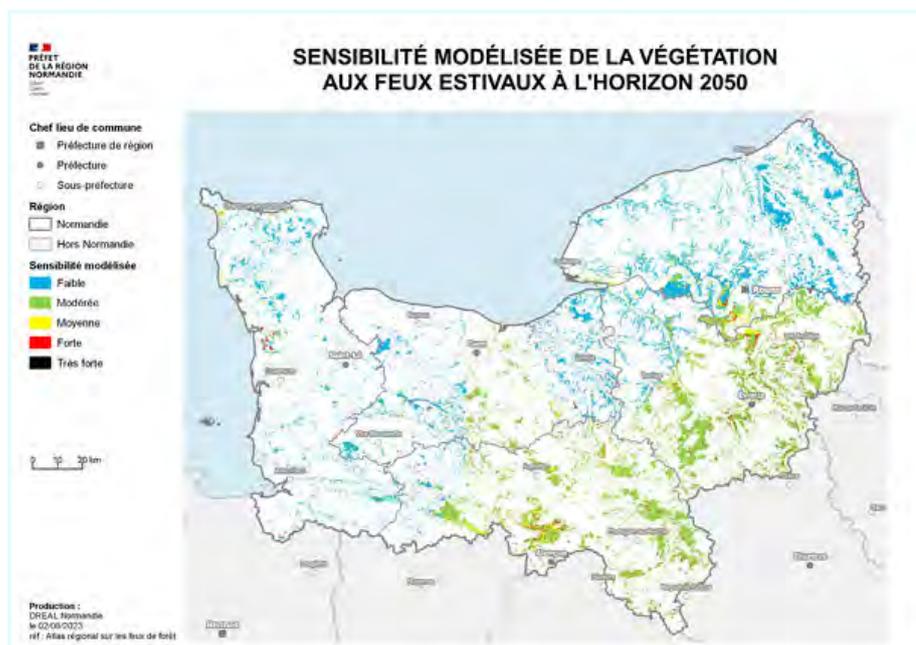


LES RISQUES DE FEUX DE FORÊT ET DE VÉGÉTATION

Les risques de feux de forêt et de végétation en Normandie sont en augmentation notamment en raison des périodes de sécheresse et de chaleur plus fréquentes. Historiquement, la région était peu concernée par ces incendies, mais les données récentes montrent une **hausse des départs de feux**, particulièrement dans les zones agricoles et péri-urbaines. L'**atlas régional de prédisposition au risque estival de feu de forêt et de végétation**, élaboré en 2024 par la DREAL Normandie, offre une analyse détaillée de ces risques en identifiant les zones les plus vulnérables, anticipant les mesures de prévention et en sensibilisant les acteurs locaux. Pour consulter cet atlas et obtenir plus d'informations, ainsi qu'une carte des aléas de feu de forêt en Normandie pour 2050, veuillez vous rendre en [annexe](#).

Une carte de cet atlas présente par exemple comment la végétation en Normandie réagit aux conditions climatiques projetées, prenant en compte des facteurs comme l'indice de sécheresse et l'influence du changement climatique, permettant ainsi de comprendre comment les risques pourraient évoluer à l'horizon 2050.

En complément des données climatiques présentées, le fascicule sur le climat du Profil environnemental de Normandie est une ressource supplémentaire pour une meilleure compréhension des spécificités climatiques régionales. Ce document, élaboré par la DREAL Normandie, propose certaines des cartes présentées dans les pages précédentes, mais aussi des analyses des tendances climatiques et des informations supplémentaires pour les gestionnaires d'espaces naturels. Il est accessible en [annexe](#).



IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ESPÈCES ET LES MILIEUX

Les modifications climatiques prévues pour la Normandie auront des conséquences sur les écosystèmes de la région. La hausse des températures, l'évolution des régimes de précipitations ou encore l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes affectent directement les cycles biologiques des espèces et la structure des milieux.

Les espèces sont en effet confrontées à des décalages dans leurs cycles de développement pouvant entraîner une désynchronisation dans les différentes relations interspécifiques (réseau trophique, plante-pollinisateur, proie-prédateur...). Les changements dans la disponibilité en ressources comme l'eau et les nutriments peuvent aussi augmenter la pression pour ces espèces. De plus, le changement climatique peut entraîner des modifications dans la répartition géographique des espèces, menant à des migrations ou des extinctions locales pour les espèces spécialisées à des habitats restreints. Les milieux, quant à eux, devront faire face à une intensification des risques de dégradation et de perturbation, affectant leur structure et leur fonctionnement. Ces impacts variés et complexes nécessitent une analyse détaillée pour mieux comprendre leurs conséquences.

Les fiches techniques permettent ainsi d'étudier ces impacts en ciblant les principaux types de milieu retrouvés en Normandie.



Tourbière boisée
© Aurélie DARDILLAC

CONTACTS

GESTION DES MARES (MAINTIEN, RESTAURATION, CONNAISSANCES, RÉSEAU...)

PRAM Normandie (CEN Normandie)

Coraline DOMINGUES
c.domingues@cen-normandie.fr
Pierre ROBIN
p.robin@cen-normandie.fr
Emmanuelle BERNET
e.bernet@cen-normandie.fr

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET
joachim.cholet@parc-normandie-maine.fr
Johannic CHEVREAU
johannic.chevreau@parc-normandie-maine.fr

PNR du Perche

Aurélie TRAN VAN LOC
aurelie.tranvanloc@parc-naturel-perche.fr

GESTION DES ÉTANGS

PNR du Perche

Aurélie TRAN VAN LOC
aurelie.tranvanloc@parc-naturel-perche.fr
Vincent TREMEL
vincent.tremel@parc-naturel-perche.fr
Nina De Backer
nina.de.backer@parc-national-perche.fr

NATUR'ADAPT

Équipe du projet Natur'Adapt

naturadapt-rnf@espaces-naturels.fr

Conseil Départemental de

Seine-Maritime : exemple de la tourbière d'Heurteauville
Damien THIEBAULT
damien.thiebault@seine-maritime.fr

LES ESPÈCES EXOTIQUES

ENVAHISSANTES

PREEE Normandie (CEN Normandie)

Jean-François DUFAUX
dufaux.jf@cen-normandie.fr

LES PELOUSES CALCICOLES

CEN Normandie

Loïc BOULARD
l.boulard@cen-normandie.fr
Claire ARCHERAY
c.archeray@cen-normandie.fr
Adrien SIMON
a.simon@cen-normandie.fr

Conseil départemental du Calvados

Thierry DEMAREST
thierry.demarest@calvados.fr

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET

joachim.cholet@parc-normandie-maine.fr

Johannic CHEVREAU
johannic.chevreau@parc-normandie-maine.fr

LES TOURBIÈRES

CPIE du Cotentin

Séverine STAUTH
severine.stauth@cpiecotentin.com

PNR Boucles de la Seine Normande

William BÉDUCHAUD
william.beduchaud@pnr-seine-normande.com
Clémentine CAMUS
clementine.camus@pnr-seine-normande.com

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET
joachim.cholet@parc-normandie-maine.fr
Johannic CHEVREAU
johannic.chevreau@parc-normandie-maine.fr

PNR Marais du Cotentin et du Bessin

Nicolas FILLOL
3 village Ponts d'Ouve, Saint-Côme-du-Mont - 50500 Carentan-les-Marais
- 02 33 71 62 47
nfillol@parc-cotentin-bessin.fr

CEN Normandie

Clément-Blaise DUHAUT
cb.duhaut@cen-normandie.fr

ONF

Victor AVENAS victor.avenas@onf.fr

LES SUIVIS FLORISTIQUES

CBN Normandie

Timothée PREY
timothee.prey@cbn-normandie.fr
Aurélie DARDILLAC
aurelie.dardillac@cbn-normandie.fr
Julien BUCHET
julien.buchet@cbn-normandie.fr
21, rue du moulin au Roy - 14000 CAEN - 02 31 96 77 56

CEN Normandie

Loïc BOULARD
l.boulard@cen-normandie.fr

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET
joachim.cholet@parc-normandie-maine.fr
Johannic CHEVREAU
johannic.chevreau@parc-normandie-maine.fr

LES SUIVIS AMPHIBIENS & REPTILES

URCPIE / OBHeN

Anaïs JARDIN
ajardin@cpievdo.fr
Marius JOURDAIN
marius.jourdain@cpie27.com
Mickaël BARRIOZ
mickael.barrioz@cpiecotentin.com

PNR du Perche

Aurélie TRAN VAN LOC
aurelie.tranvanloc@parc-naturel-perche.fr
Valentin VAUTRAIN
valentin.vautrin@parc-naturel-perche.fr

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET
joachim.cholet@parc-normandie-maine.fr
Johannic CHEVREAU
johannic.chevreau@parc-normandie-maine.fr

LES SUIVIS ENTOMOLOGIQUES

CEN Normandie

Adrien SIMON
a.simon@cen-normandie.fr

GRETIA

Loïc CHEREAU l.chereau@gretia.org

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET
joachim.cholet@parc-normandie-maine.fr
Johannic CHEVREAU
johannic.chevreau@parc-normandie-maine.fr

PNR du Perche

Valentin VAUTRAIN
valentin.vautrin@parc-naturel-perche.fr

LES SUIVIS ORNITHOLOGIQUES

GONm

James JEAN-BAPTISTE james.
jean-baptiste@gonm.org

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET
joachim.cholet@parc-normandie-maine.fr
Johannic CHEVREAU
johannic.chevreau@parc-normandie-maine.fr

PNR du Perche

Valentin VAUTRAIN
valentin.vautrin@parc-naturel-perche.fr
Nina De Backer
nina.de.backer@parc-national-perche.fr

LA STRATÉGIE NATIONALE DES AIRES PROTÉGÉES (SNAP) ET SA DÉCLINAISON RÉGIONALE (↩ p.3)

[Présentation de la SNAP 2030](#)
[Télécharger la SNAP 2030](#)
[Télécharger la déclinaison régionale \(Plan d'action 2022-2024 pour les aires protégées terrestres\)](#)

ETUDES ET RAPPORTS (↩ p.5)

Les travaux du GIEC Normand

Les synthèses des premiers travaux du GIEC Normand qui offrent un aperçu global des impacts du changement climatique en Normandie peuvent être consultées ici : [Synthèse des premiers travaux du GIEC Normand](#)

Etude sur le changement climatique en Normandie d'ici 2100 par Olivier Cantat et François Beauvais

Une prospective climatique pour la Normandie d'ici 2100 a été réalisée par Olivier Cantat et François Beauvais de l'Université de Caen résultant en de multiples cartes et graphiques consultables via ces liens :

[Les ensembles climatiques en Normandie](#)
[Autres cartes et graphiques](#)
[Autres cartes et graphiques \(↩ p.5\)](#)

Sentinelles du climat

[Proposition d'indicateurs biologiques et préfiguration des protocoles de suivis en Normandie \(Sentinelles du climat\)](#)
[Bilan 2023 Sentinelles du Climat Normandie](#)

Les gelées en France (↩ p.9)

[Les gelées printanières et la végétation \(MétéoFrance\)](#)
[Des gelées de plus en plus rare en France \(MétéoFrance\)](#)

Les risques de feu de forêt et de végétation (↩ p.10)

[Atlas régional de prédisposition au risque estival de feu de forêt et de végétation](#)
[Carte des prédispositions aux risques de feux de forêt en Normandie](#)

Profil Climat et environnemental Normandie

(↩ p.10)
[Le profil Climat \(DREAL Normandie\)](#)
[Le profil environnemental Normandie](#)

LE PROJET LIFE NATUR'ADAPT (↩ p.5)

[Présentation du projet](#)
[Le guide méthodologique Natur'Adapt](#)
[Les fiches pratiques et les retours d'expérience](#)
[Exemples de diagnostic de vulnérabilité, plan d'adaptation & retour d'expérience \(sites pilotes\)](#)
[Exemples de diagnostic vulnérabilité & plan d'adaptation](#)
[Toutes les ressources aires protégées & changement climatique](#)
[Toutes les ressources LIFE Natur'Adapt](#)
Retour d'expérience tourbière de Heurteauville (à venir)

LIENS SUPPLÉMENTAIRES POUR FAIRE SON RÉCIT CLIMATIQUE (↩ p.5)

[Les températures, précipitations, phénomènes, et impacts passés et futurs en France métropolitaine et par région](#)
[Données météorologiques Météo France](#)



Suivi de rhopalocères sur coteau
© Adrien SIMON

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ces fiches techniques en participant aux différents groupes de travail organisés et/ou à la relecture de ces fiches.

AELB

Pascal Boniou

AESN

Gwendal Bodilis ; Marie-Pierre Pinon

CASE

Lucy Morin

DREAL Normandie

Simon Roussigné

CBN Normandie

Julien Buchet ; Aurélie Dardillac ; Timothée Prey

CD14

Thierry Demarest

CD76

Cléa Bachelet ; Damien Thiébault

CEN Normandie

Claire Archeray ; Emmanuelle Bernet ; Loïc Boulard ; Clément-Blaise Duhaut ; Pierre Robin ; Adrien Simon

GONm

James Jean-Baptiste ; Marie-Léa Travert

Maison de l'Estuaire

Faustine Simon ; Stéphanie Reymann

OFB

Nathalie Chevallier ; Hélène Michaud

ONF

Victor Avenas

PNR du Perche

Aurélie Tran Van Loc ; Valentin Vautrain ; Nina De Backer

PNR Marais du Cotentin et du Bessin

Nicolas Fillol

PNR Normandie Maine

Joachim Cholet ; Johannic Chevreau

Région Normandie

Caroline Cremades ; Julien Lesclavec ; Isabelle Marie-Huet

URCPIE

Mickael Barrioz ; Anaïs Jardin ; Marius Jourdain ; Séverine Stauth

Ville de Pont-Audemer

Aurélie Marchalot



L'Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable a pour ambition de contribuer à la reconquête de la biodiversité

normande. Pour cela, elle se positionne en facilitateur et mobilise des acteurs régionaux aux profils divers (collectivités, entreprises, gestionnaires d'espaces naturels, etc.).

Pour répondre à cette mission, l'agence normande de la biodiversité est structurée en 3 pôles :

- **Connaissance**, dont le but est de développer et partager la connaissance sur la biodiversité normande.
- **Reconquête**, en animant des réseaux d'acteurs et en favorisant l'émergence de projets.
- **Valorisation**, en produisant des médias permettant la généralisation des bonnes pratiques régionales.

GIP ANBDD, 115 boulevard de l'Europe, 76100 Rouen

ANBDD.FR
BIODIVERSITE.NORMANDIE.FR

PARTENAIRES ET FINANCEURS DE L'ANBDD



LA PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES PELOUSES CALCICOLES EN NORMANDIE

INTRODUCTION

Pour connaître le contexte de cette fiche technique, ses objectifs, ainsi qu'une liste de structures et personnes référentes à contacter et une synthèse climatique, veuillez lire la [Fiche introductive](#).

Avant la rédaction de cette fiche technique, un groupe de travail avec des acteurs œuvrant sur les pelouses calcicoles en Normandie a été organisé. Ainsi, les éléments indiqués comme "**à dire d'experts**" dans cette fiche proviennent des observations, des recommandations ou des diverses informations partagées lors de ce groupe de travail.

Le terme "**Pelouses calcicoles**" regroupe un **ensemble d'habitats calcicoles** comprenant des pelouses rases, des ourlets à brachypodes, des fruticées ou encore des boisements. Ces formations herbacées se développent sur des **sols calcaires peu épais**, dans des conditions **sèches**, souvent sur les coteaux des vallées où le calcaire est affleurant et avec une **pente** plus ou moins forte ainsi qu'une exposition **sud**. Ces conditions sont optimales pour une **faune et une flore remarquables**, d'affinités **méridionales**, qui supportent la faible capacité de rétention en eau de ces milieux et le microclimat plus chaud.

Si les pelouses calcicoles de Normandie étaient autrefois maintenues ouvertes par les pratiques **pastorales**, elles subissent aujourd'hui les conséquences de leur **abandon** qui entraîne une progression spontanée de la végétation. Ce processus mène, en l'absence de gestion, à une **succession** écologique qui passe par des ourlets dominés par des brachypodes, puis des fourrés calcicoles avec divers arbustes et enfin des essences arborées

peuvent s'y installer conduisant progressivement à des **boisements** calcicoles (Dutoit, 1996; Bensettiti et al., 2005).

La perte de **connectivité** est une autre menace majeure pour ces milieux. En effet, les pelouses calcicoles étaient étendues et interconnectées, mais elles sont aujourd'hui souvent fragmentées et isolées au sein de paysages urbanisés, cultivés... Cette **fragmentation** peut avoir des impacts sur la biodiversité en limitant par exemple les échanges génétiques et en limitant leur résilience face aux changements environnementaux et pressions anthropiques (Piqueray et Mahy, 2010).

Bien que les pelouses calcicoles ne soient pas les milieux les plus touchés par le changement climatique en Normandie, en raison notamment de la résistance des espèces présentes aux conditions de sécheresse, elles subissent tout de même des conséquences visibles et certains points de vigilance sont à considérer. De plus, il est difficile de nommer et de prédire les impacts du changement climatique sur les pelouses calcicoles en raison de leurs caractéristiques particulières et du microclimat local. Cependant, on peut déjà estimer certains impacts potentiels dans le futur, cette fiche permet alors de synthétiser ce qu'il semble judicieux de surveiller et les points de vigilance à considérer pour la gestion de ces habitats. Ces impacts consistent surtout en **l'augmentation du stress hydrique et du stress thermique, de la fréquence des incendies et l'érosion des sols et des micro-falaises**. Ils sont détaillés ci-après, avec pour chacun le format : causes du changement climatique/effets/conséquences.

PRINCIPAUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Tous ces impacts ont déjà été observés, à des niveaux variables, sur des pelouses calcicoles de Normandie. Bien que ces impacts soient pour l'instant souvent rares et de faible intensité, ils sont susceptibles de devenir plus fréquents et plus intenses à l'avenir.

1. STRESS HYDRIQUE ET STRESS THERMIQUE

CAUSES

- **Augmentation des températures** : la hausse générale des températures entraîne des conditions plus chaudes sur les pelouses calcicoles ;
- **Réduction des précipitations** : une diminution des précipitations réduit la possibilité de réapprovisionnement en eau des pelouses calcicoles.

EFFETS

La réduction des précipitations et l'augmentation de l'**évaporation** conduit à une baisse de la disponibilité en eau pour les pelouses calcicoles. Les périodes prolongées de sécheresse peuvent alors affecter la **réserve en eau** du sol et mener à un stress hydrique pour les espèces présentes.

Les températures élevées augmentent le stress thermique sur la végétation des pelouses calcicoles qui peuvent montrer des traces de **brûlures**, de **décolorations** et d'autres signes de stress thermique qui **affectent la croissance et la reproduction**.

L'augmentation des températures pourrait provoquer dans le futur une **floraison précoce** au printemps pour certaines espèces. Bien que cet effet ne soit pas encore constaté de manière significative, cela reste une possibilité à surveiller.

Le stress hydrique et thermique pourrait affecter la communauté de **champignons** et d'autres **organismes** du **sol** qui sont essentiels pour les cycles de nutriments et les diverses interactions écologiques dans les pelouses calcicoles.

CONSÉQUENCES

Le stress hydrique et thermique peut entraîner le **déclin** de certaines espèces de faune et de flore, en **favorisant** généralement la **disparition** des espèces **spécialistes** au **profit** des espèces **ubiquistes**, plus résistantes aux extrêmes de température. Ce phénomène est tout particulièrement observé chez les reptiles et les insectes. Ainsi, certaines espèces peuvent montrer un déclin dans la région, quand de **nouvelles espèces** arrivent au même moment, entraînant une stabilité dans la diversité spécifique. Mais la modification de la composition floristique et faunistique peut déséquilibrer l'écosystème.

La floraison précoce qui pourrait être observée sur les plantes de pelouses calcicoles aurait comme conséquence une **désynchronisation** avec les **pollinisateurs**, perturbant ainsi les réseaux trophiques. Cette désynchronisation pourrait affecter les populations d'insectes, d'oiseaux et d'autres prédateurs qui dépendent de ces interactions pour leur survie.

Les périodes de sécheresse qui affectent la faune du sol pourraient avoir des conséquences qui sont encore mal connues, des études approfondies sont nécessaires pour mieux évaluer ces impacts et leurs implications pour les pelouses calcicoles.

Certaines espèces végétales mésophiles brûlent lors des épisodes caniculaires, mais montrent une certaine résilience en repoussant l'année suivante. Cependant, la fréquence accrue des sécheresses peut réduire leur capacité à se rétablir à long terme.

2. AUGMENTATION DE LA FRÉQUENCE DES INCENDIES

CAUSES

- **Augmentation des températures ;**
- **Réduction des précipitations.**

EFFETS

Les périodes de sécheresse prolongées augmentent la quantité de biomasse sèche, servant de **combustible** pour les incendies et rendant les pelouses plus susceptibles de s'enflammer.

Les incendies sont de plus en plus fréquents et intenses sur les pelouses calcicoles. **Chaque année**, en Normandie, ces habitats sont touchés par des feux, ce qui nécessite une surveillance continue et des interventions régulières pour limiter les dégâts.

CONSÉQUENCES

Les incendies causent des **dommages directs** à la végétation, entraînant des pertes de biomasse et affectant la structure des communautés végétales. Ils détruisent aussi des habitats, des nids, de nombreuses espèces animales, perturbant les cycles de reproduction et menaçant la survie de certaines espèces.

Les incendies modifient la structure des communautés végétales et animales en favorisant des espèces qui se montrent plus résistantes face

au feu et qui peuvent alors devenir dominantes, tandis que les espèces plus sensibles peuvent décliner. Cette fréquence accrue des incendies peut alors entraîner, à long terme, une perte de biodiversité et une **homogénéisation** de la communauté végétale et animale.

FOCUS SUR LES INCENDIES

- Certaines espèces de plantes, comme le dompte-venin officinal (*Vincetoxicum hirundinaria*) sont particulièrement vulnérables aux incendies et peuvent se déplacer sur des coteaux moins exposés.
- En 2022, un incendie a entraîné la perte d'une grande partie de la flore sur le coteau d'Evreux (27). Cependant, malgré cette destruction, la diversité floristique a été retrouvée en 2023.
- La résilience des espèces face aux incendies varie considérablement, par exemple, certaines espèces comme la séslerie bleue (*Sesleria caerulea*) montrent une certaine résistance, tandis que d'autres, comme les plantes plus mésophiles, sont plus vulnérables.
- Si les incendies sont principalement d'origine humaine, une sensibilisation du public autour de ces sites peut être à développer.

Plus d'informations sur les incendies en aires protégées en [annexe](#).

Conséquences d'un incendie d'origine anthropique sur le coteau d'Evreux
© Adrien SIMON

3. ÉROSION DES SOLS ET DES MICRO-FALAISES

CAUSES

- **Augmentation des températures ;**
- **Augmentation des précipitations extrêmes** : les événements de fortes pluies et les crues sont de plus en plus fréquents et intenses à certaines périodes de l'année.

EFFETS

Le changement climatique peut **intensifier l'érosion** des sols sur les pentes les plus raides et sur les micro-falaises. Cette érosion entraîne une perte de matériaux de surface, affectant la stabilité des écosystèmes.

La **chute** accrue de **blocs** et l'**érosion** peuvent avoir des **conséquences positives** pour certaines espèces comme la biscutelle de Neustrie (*Biscutella neustriaca*) qui est présente surtout dans ces cônes d'érosion, mais aussi pour d'autres **espèces d'éboulis**. Cette dynamique d'érosion accrue, en étant accompagnée par la caractéristique de **plasticité des graines**, peut alors avoir des effets bénéfiques, mais en raison du manque de suivi une vigilance est à garder quant à ce phénomène d'érosion.

CONSÉQUENCES

L'effritement et la chute de blocs **modifient la structure** du milieu, avec un impact sur les habitats et leurs communautés animales et végétales. Par exemple, la perte de la couche superficielle fertile peut **compliquer l'établissement** de certaines plantes.

L'érosion peut favoriser le **renouvellement** de la végétation sur les éboulis, ce qui peut être perçu positivement pour les milieux pionniers, avec un rajeunissement du milieu localement.

Cette érosion peut aussi avoir des conséquences quant à la **sécurité** des différentes activités humaines retrouvées sur les pelouses calcicoles (escalade, parapente, randonnée...). La nécessité de sécuriser les zones sujettes à l'érosion implique des coûts pour les propriétaires.

Les coûts supplémentaires qu'impliquent cette érosion pourraient influencer les décisions d'urbanisme comme l'interdiction de construire sous les falaises. Les documents d'urbanisme doivent refléter ces préoccupations afin d'éviter les constructions dans les zones à risque, comme les routes menacées par l'érosion.



Eboulement de falaise
© Adrien SIMON

ÉLÉMENTS ÉCOLOGIQUES VULNÉRABLES

FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les éléments écologiques sensibles face au changement climatique englobent à la fois les activités humaines et les pratiques de gestion retrouvées sur les pelouses calcicoles en Normandie, mais aussi le patrimoine naturel (espèces, habitats, fonctionnalités écologiques...). Connaître et comprendre ces éléments est essentiel pour évaluer la vulnérabilité d'un site mais aussi pour développer une gestion efficace.

1. LES ACTIVITÉS HUMAINES

Le tableau suivant présente une synthèse des principales activités humaines pratiquées sur les pelouses calcicoles, en mettant en évidence leurs impacts potentiels dans le contexte du changement climatique. Chaque activité est évaluée en termes d'aspects positifs et négatifs, illustrant comment elle peut soit atténuer, soit amplifier les effets du changement climatique sur les pelouses calcicoles (à dire d'experts). Cette évaluation permet alors de comprendre les interactions entre l'utilisation humaine des sites et sa vulnérabilité face aux défis climatiques, mais aussi d'identifier les acteurs clés du milieu.

Activité humaine	Impacts potentiellement positifs = atténuation des effets du CC	Impacts potentiellement négatifs = amplification des effets du CC
Exploitation forestière	Stockage de carbone	Fragmentation des habitats Fermeture des milieux
Activité pastorale	Maintien des habitats ouverts Zone refuge lors d'inondations	Face à la nécessité de modifier les pratiques dans le contexte du changement climatique : - Soit gestion inadaptée - Soit abandon = fermeture du milieu
Remplacement par des vignes	Utilisation du site = réouverture des milieux	Altération de la structure du sol Fragmentation des habitats Pesticides Mécanisation Modification de la flore locale
Parcs photovoltaïques*	Maintien des habitats ouverts	Risque de feux Fragmentation des habitats Mise en place de réseaux avec d'importants travaux d'installation Modification de la flore locale
Activités de plein-air (tourisme, sport...)		Risque accru de feux (barbecues, feux de camp...) Perturbation supplémentaire des habitats Pression humaine par la fréquentation touristique
Activités pédagogiques	Opportunité d'éducation et de sensibilisation	

* Actuellement, les projets de parcs photovoltaïques sont rares sur les pelouses calcicoles en Normandie (principalement en raison de la difficulté à les installer sur une pente forte). Toutefois, il est probable que ces habitats soient de plus en plus sollicités pour de tels projets à l'avenir en raison de la disponibilité limitée d'autres sites appropriés.

2. LE PATRIMOINE NATUREL

Le patrimoine naturel cité ici comprend les espèces, les fonctionnalités écologiques et les habitats des pelouses calcicoles et sensibles aux variations climatiques.

LES ESPÈCES

Dans cette section, les espèces sensibles face au changement climatique et présentes dans et autour des pelouses calcicoles en Normandie sont listées (non exhaustif). Une espèce peut être **sensible** face au changement climatique lorsqu'elle est particulièrement **vulnérable** aux variations climatiques telles que les changements de températures, de régime de précipitations ou encore la fréquence d'événements extrêmes, qui peuvent **affecter sa survie, sa reproduction ou sa distribution**. Elle peut aussi être qualifiée de sensible face au changement climatique lorsqu'elle est **spécifique**, pour au moins une partie de son cycle, à un habitat qui est lui-même vulnérable, ou encore lorsqu'elle a une **faible** capacité de **dispersion**. L'objectif est de fournir des pistes aux gestionnaires d'espaces naturels pour aider à identifier les espèces pertinentes à suivre dans le contexte du changement climatique, dont le choix reste ensuite à adapter en fonction des conditions locales et des enjeux propres à chaque site.

Les espèces sentinelles en régression en Normandie

Ces espèces sont citées dans le programme Sentinelles du climat en Normandie en raison de leurs sensibilités aux changements notamment climatiques et qui sont ainsi à surveiller pour être alertés des premiers changements.

- Vipère péliade (*Vipera berus*) EN
 - Mélitée des digitales (*Melitaea aurelia*) EN
 - Lézard des souches (*Lacerta agilis*) EN
- (Voir photos ci-contre)

Dans la **liste rouge de l'UICN**, les espèces sont classées en catégories en fonction de leur état de conservation. Les trois catégories, "En danger critique" (CR), "En danger" (EN) et "Vulnérable" (VU) rassemblent ainsi les espèces menacées dans la région.



Vipère péliade
© Elie BODIN



Mélitée des digitales
© Emmanuel MACÉ



Lézard des souches
© Claire ARCHERAY

Autres espèces

Cortège floristique: le cortège floristique des pelouses calcicoles fournit des habitats et des ressources essentielles pour de nombreux taxons. Certaines espèces de plantes calcicoles sont particulièrement sensibles aux variations de température, aux changements dans le régime de précipitations mais aussi aux interactions écologiques qui peuvent être perturbées par le changement climatique. Ainsi, il est possible d'observer des changements dans la composition, la répartition, la structure et de façon souvent plus rapide la phénologie de ce cortège floristique, qui peuvent parfois traduire des effets du changement climatique (Mallard, 2016).

Les reptiles : les espèces de reptiles de Normandie sont aussi ectothermes et ainsi indicatrices des modifications du milieu qui peuvent être liées au changement climatique (Barrioz, et al., 2014). Les pelouses calcicoles sont essentielles dans le cycle biologique des reptiles puisqu'elles représentent une zone d'alimentation et de reproduction pour certaines espèces (à dire d'experts). Ils peuvent être étudiés dans le contexte du changement climatique puisque leur capacité de dispersion limitée permet de montrer rapidement les impacts directs (Mallard, 2016).

Les rhopalocères : les rhopalocères peuvent être utilisés comme indicateurs des changements climatiques puisqu'ils dépendent fortement de la structuration de la végétation, que ce soit sa composition floristique, sa hauteur ou son pourcentage de recouvrement par exemple (Dusacq, 2019). Les lépidoptères sont souvent étudiés en raison de leur cycle de vie très court qui traduit rapidement les effets directs du changement climatique, mais aussi des nombreuses connaissances acquises sur ce groupe (Mallard, 2016).

Les orthoptères : les orthoptères représentent un autre taxon indicateur des variations climatiques puisqu'ils dépendent de la structuration de la végétation mais aussi des conditions abiotiques telles que l'humidité ou la température (Dusacq, 2019).

Dans la faune, un taxon peut être considéré comme bio-indicateur lorsqu'il répond à plusieurs critères : facilité de repérage, de capture, de détermination et relevé qui peut être effectué rapidement. Il est bio-indicateur de climat si en plus de cela il est sensible aux variations climatiques de par sa biologie (poïkilotherme, ectotherme) ou qu'il peut se déplacer lors de modifications environnementales et comprend une assez bonne diversité d'espèces pour multiplier les informations (Dusouliez, 2002).

Les animaux ectothermes, comme les reptiles, les amphibiens ou les insectes, dépendent de leur environnement pour la régulation de leur métabolisme. Ces animaux vont par exemple avoir une température corporelle qui va évoluer en fonction des variations de la température extérieure. Ils sont donc particulièrement vulnérables aux modifications de l'environnement (Dezetter, 2022).

Le changement climatique est une des nombreuses pressions qui agissent sur ces écosystèmes, mais souvent en interaction avec d'autres facteurs d'origine anthropique ou non. Il est alors difficile de définir précisément l'origine de ces effets en raison des interactions multiples et du manque de données sur des périodes prolongées (Mallard, 2016).

Les listes rouges régionales (amphibiens, reptiles, rhopalocères) en [annexe](#)

Plus d'informations sur le programme Sentinelles du climat en [annexe](#)

LES HABITATS

Les différents habitats de pelouses calcicoles en Normandie peuvent parfois être sensibles au changement climatique puisque les variations hydrologiques et climatiques peuvent perturber leur fonctionnement (à dire d'experts) :

Pelouses et ourlets calcicoles :

les pelouses calcicoles sont dites **piquetées** lorsqu'il y a une **colonisation** par diverses espèces **arbustives** comme le cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le troène (*Ligustrum vulgare*) ou encore le prunellier (*Prunus spinosa*). Elles évoluent vers des **ourlets** lorsque la **végétation est plus haute et plus dense**, avec une diversité floristique souvent plus faible. Les cortèges peuvent être mésophiles à méso-xérophiles et sont ainsi plus vulnérables face au stress hydrique et au stress thermique qui peuvent réduire leur croissance, et provoquer des signes de dessèchement et de brûlures sur les plantes. Des impacts du changement climatique sur les pelouses et ourlets calcicoles peuvent entraîner une diminution de la diversité des habitats. Une **mosaïque** d'habitats ouverts à semi-ouverts permet pourtant d'offrir des milieux pour les espèces thermophiles typiques des pelouses calcicoles tout en offrant des **zones de refuge** pour les espèces associées aux milieux plus embroussaillés.



Boisement calcicole (chênaie-hêtraie)
© Maxime LANCIAUX

Boisements calcicoles, fruticés, fourrés : les boisements peuvent se développer sur les pelouses calcicoles en l'**absence de gestion** ou de perturbations régulières. Ils sont constitués d'arbres tels que le chêne (*Quercus sp.*), le hêtre (*Fagus sylvatica*), mais aussi d'une strate arbustive avec du buis (*Buxus sempervirens*) ou du noisetier (*Corylus avellana*). Ces boisements peuvent aussi être impactés par les périodes prolongées de sécheresse et les incendies peuvent détruire les strates arborées et arbustives, perturbant les habitats. Ces milieux contribuent pourtant aussi à la **mosaïque** d'habitats favorable à la biodiversité et ciblée lors de la gestion des pelouses calcicoles.

Falaises : les falaises des pelouses calcicoles sont souvent sur des **pentés abruptes**, avec une végétation qui peut être caractérisée comme **pionnière** et adaptée à ces conditions extrêmes. Ces falaises calcicoles sont cependant soumises au **risque d'érosion** dans le contexte du changement climatique, avec une perte du sol et des matériaux de surface, mais aussi du stress hydrique et thermique. Ces formations offrent pourtant des **habitats uniques** à des espèces rares ou endémiques.



Falaise
© Adrien SIMON



LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

Les pelouses calcicoles contribuent à plusieurs fonctionnalités écologiques, mais la plupart d'entre elles sont particulièrement vulnérables au changement climatique. Voici un aperçu des principales fonctionnalités écologiques sensibles au changement climatique (à dire d'experts) :

Accueil d'espèces migrantes, corridor écologique : les pelouses calcicoles agissent en tant que corridors écologiques et sites d'accueil pour les espèces migrantes en Normandie. Leur structure ouverte et leur diversité végétale offrent des **routes migratoires** pour de nombreuses espèces, ainsi que des **ressources alimentaires et des zones de repos**. Mais les changements dans la disponibilité des ressources alimentaires et les modifications des conditions climatiques peuvent influencer les routes migratoires des espèces et ces dernières pourraient changer leurs itinéraires. La **dégradation** de ces corridors écologiques peut entraîner une **diminution de la connectivité écologique** avec par conséquent une perte de diversité.

Accueil de pollinisateurs sauvages : les pelouses calcicoles fournissent des habitats pour de nombreux pollinisateurs avec une diversité floristique qui offre

des ressources alimentaires variées. Les changements dans les régimes de précipitations et de température peuvent **modifier la phénologie** des plantes et entraîner une **désynchronisation** avec les périodes d'activité des pollinisateurs. Ces pollinisateurs, face au manque de nourriture, peuvent **décliner** localement. Ce déclin affecte la reproduction des plantes et impacte toutes les espèces qui dépendent directement ou indirectement de ces plantes pollinisées pour leurs alimentations. C'est alors un **effet cascade** sur les écosystèmes.

3. PRATIQUES DE GESTION / ACTIONS

Dans cette section, les pratiques de gestion et les actions souvent mises en œuvre sur les pelouses calcicoles en Normandie sont présentées. Pour chaque pratique et action, une évaluation des impacts potentiels est proposée, en distinguant les effets positifs, pouvant atténuer les impacts du changement climatique, et les effets négatifs, pouvant en accroître l'intensité (à dire d'experts). L'objectif ici est de donner aux gestionnaires d'espaces naturels des informations sur les actions de gestion afin de mieux comprendre leurs effets sur le milieu dans le contexte du changement climatique.

Action de gestion	Impacts potentiellement positifs = atténuation des effets du CC	Impacts potentiellement négatifs = amplification des effets du CC	Vigilance
Pâturage extensif	Maintien de la végétation ouverte (=habitat pour des espèces vulnérables face au changement climatique)	Contraintes sur l'alimentation en eau pour les animaux Dégradation des sols Réchauffement des sols, diminution de la préservation en eau par la diminution de la hauteur de végétation	X
Déboisement*	Maintien de la végétation ouverte (=habitat pour des espèces vulnérables face au changement climatique)	Pression sur le stockage de carbone Perte de refuges	X
Débroussaillage/fauche	Maintien de la végétation ouverte (=habitat pour des espèces vulnérables face au changement climatique)	Perte de refuges Réchauffement des sols, diminution de la préservation en eau par la diminution de la hauteur de végétation	
Lutte contre les EEE**	Limiter les pressions supplémentaires pour la biodiversité locale	Perturbation potentielle	
Libre évolution	Stockage de carbone Zones refuges Témoin des effets du changement climatique hors gestion	Perte de milieux ouverts	

*Malgré la pression régionale pour replanter afin de stocker du carbone dans le contexte du changement climatique, il est nécessaire de mener des actions de déboisement sur certains coteaux et pelouses calcicoles afin de maintenir les milieux ouverts. Pour faire face à cette pression, il est possible pour le gestionnaire de partager les données globales démontrant l'importance des autres enjeux du patrimoine naturel. Une vigilance particulière est à considérer sur cette action s'il y a mise à nu des sols avec un risque par la suite d'érosion et de ruissellement en cas de fortes pluies.

**La lutte contre les espèces exotiques envahissantes (EEE) peut s'avérer compliquée sur les milieux ouverts, malgré des interventions régulières, elle peut se montrer inefficace et coûteuse. Ainsi, il est recommandé d'être particulièrement vigilant sur les espèces émergentes et de concentrer les actions d'élimination sur de plus petites zones qui seraient à enjeu (comme celles à proximité d'espèces endémiques ou rares).

Les pratiques sur lesquelles il faut être **vigilant** dans le contexte du changement climatique :

Le pâturage : il est nécessaire d'ajuster la pression du pâturage en fonction des conditions du milieu afin d'éviter les dégradations des sols et une pression trop importante sur la végétation. La difficulté de laisser les animaux sur les coteaux en période de sécheresse, pour une question de bien-être animal, est aussi à prendre en compte. De plus, les animaux sont souvent placés en zone de pâturage lors du début de la saison de végétation, ce qui coïncide avec la période de reproduction de différents taxons.

Le déboisement : bien que le déboisement soit essentiel pour maintenir les pelouses calcicoles ouvertes, il présente des risques dans le contexte du changement climatique puisque l'élimination de la couverture arborée peut entraîner une exposition directe des sols, augmentant le risque d'érosion et de ruissellement. Il est nécessaire aussi de laisser des zones boisées pour les espèces qui dépendent de ces habitats refuge lors de période de chaleur ou de sécheresse.

Il est alors important de choisir judicieusement les périodes d'intervention pour ces diverses pratiques de gestion afin de minimiser les perturbations et maximiser les effets bénéfiques (Guittet et al., 2015). De plus, une diversité des pratiques de gestion à l'échelle du paysage est essentielle (à dire d'experts). En multipliant les combinaisons de pratiques de gestion, on enrichit la diversité en habitats et potentiellement en espèces. **Cependant, avec le changement climatique, ces périodes d'intervention favorables peuvent être modifiées, ce qui nécessite une flexibilité, une adaptation et une vigilance du gestionnaire d'espaces naturels. Par exemple, les périodes d'inondations et d'assèchement ainsi que la temporalité des cycles de vie des espèces subissent des variations imprévisibles, rendant cette planification des interventions plus complexe (à dire d'experts).**

LES SUIVIS ET INDICATEURS

Les suivis des pelouses calcicoles sont essentiels pour évaluer les impacts du changement climatique, mais le choix des suivis à mettre en place dépend largement des questions initiales que l'on se pose. Ces suivis, ainsi que d'autres suivis réalisés sur les pelouses calcicoles, peuvent être retrouvés sur la fiche dédiée aux suivis et à l'évaluation des travaux de restauration écologique sur les pelouses calcicoles (à paraître en 2025). Voici comment ces suivis peuvent être associés à des questions clés :

COMMENT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE INFLUENCE LA BIODIVERSITÉ FAUNISTIQUE DES PELOUSES CALCICOLES ? (RHOPALOCÈRES, REPTILES, ORTHOPTÈRES)

Sentinelles du climat : ce programme a été fondé en Nouvelle-Aquitaine puis décliné en Normandie, et a comme objectif d'étudier les impacts du changement climatique sur la biodiversité en utilisant des espèces dites indicatrices : les sentinelles du climat. En plus du suivi des espèces, ce programme permet de suivre les conditions climatiques locales par la mise en place de stations météorologiques.

Ces espèces identifiées comme sentinelles du climat peuvent ensuite être la cible de protocoles de suivis existants :

STERF : le STERF (Suivi Temporel des Rhopalocères de France) est un protocole consistant en des relevés à vue sur transects, répétés plusieurs fois par an et étendu sur plusieurs années, des espèces de rhopalocères d'un site afin de suivre les variations dans les effectifs et dans la composition spécifique des populations de rhopalocères. Ces informations permettent d'évaluer l'état écologique d'un milieu et son évolution dans le temps. Plus d'informations en [annexe](#).

POPReptile : le POPReptile est un programme qui cible les reptiles en étudiant leur dynamique temporelle. Il se décline en trois protocoles, POPReptile 1 pour les inventaires, POPReptile 2 pour le suivi temporel, et POPReptile 3 pour l'étude des habitats et de la gestion. Plus d'informations en [annexe](#).

ILA : l'ILA (Indice Linéaire d'Abondance) permet d'étudier la densité des orthoptères sur le site sur plusieurs transects. Ce protocole ne permet pas d'étudier les orthoptères à l'espèce, mais uniquement d'estimer le nombre d'individus. Plus d'informations sur l'ILA en [annexe](#).

Plus d'informations sur le programme Sentinelles du climat en [annexe](#).





Suivi des populations
de Violette de Rouen
© Adrien SIMON

COMMENT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE AFFECTE-T-IL LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES PELOUSES CALCICOLES ?

Inventaire et suivi de la flore : l'inventaire et le suivi de la flore sur les pelouses calcicoles sont des éléments supplémentaires pour comprendre l'évolution de l'écosystème. Plusieurs types de suivis existent, qui, bien que généraux, peuvent être exploités pour fournir des informations utiles si la question posée à l'origine de l'étude est pertinente dans le cadre de la prise en compte du changement climatique sur le milieu. Par exemple, certaines espèces présentes, ou disparues, lors d'un relevé peuvent être indicatrices d'une augmentation de la température, d'une érosion ou encore d'un incendie récent.

Transects : des transects traversant différentes zones du milieu permettent de noter la présence ou absence, et/ou l'abondance des espèces végétales à intervalles réguliers. Ces données permettent notamment de détecter des changements de composition et de distribution des espèces qui peuvent être liés aux modifications du milieu induites ou non par le changement climatique.

Cartographie de la végétation : la réalisation de cartes de végétation détaille la distribution spatiale des différentes espèces ou des types de végétation retrouvés sur les pelouses calcicoles. En réalisant cette cartographie de manière régulière, on peut

visualiser les effets du changement climatique sur la végétation.

Unités phytosociologiques : l'analyse des associations végétales du milieu peut également fournir des indications sur son état. Un suivi phytosociologique se fait sur une surface homogène, avec une aire minimale dépendant du type de végétation (1m² pour les pierriers, 10m² les pelouses, 16 à 25m² les ourlets calcicoles et prairies, et 500 à 100 m² les manteaux et fourrés, (Boulard, 2020)). Le syntaxon phytosociologique obtenu pourra aider à la description qualitative du milieu.

Suivi phénologique : plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour étudier la phénologie des pelouses calcicoles et ainsi d'analyser les décalages temporels dans la floraison, la fructification ou la germination. Lors d'un simple inventaire floristique, il serait par exemple possible de noter les dates de floraison de différentes espèces pour détecter les variations interannuelles.

Reprendre et analyser les bases de données existantes, qui peuvent parfois s'étendre sur plusieurs décennies, permet de vérifier les dates de première observation de chaque espèce. Cette analyse rétrospective peut révéler des tendances à long terme dans les cycles phénologiques, montrant si certaines espèces fleurissent plus tôt ou plus tard qu'auparavant.

QUELLE EST L'INFLUENCE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LOCALES DANS LA COMPRÉHENSION DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES PELOUSES CALCICOLES ?

Suivi météorologique : le suivi météorologique est essentiel pour comprendre les impacts du changement climatique puisqu'il fournit des données locales précises qui aident à mettre en perspective les résultats des suivis écologiques et à comprendre les dynamiques des écosystèmes. Des stations météorologiques installées localement (dans le cadre du projet Sentinelles du climat notamment) recueillent des données sur les températures, les précipitations et l'humidité relative. Ces données météorologiques peuvent ensuite être corrélées aux données des autres suivis.

Si le site ne possède pas de station météorologique à proximité, Météo France propose d'autres outils afin d'obtenir des données régionales, visibles en [annexe](#).

COMMENT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE INFLUENCE-T-IL LA DYNAMIQUE DES SOLS SUR LES PELOUSES CALCICOLES ?

Suivis pédologiques : les caractéristiques du sol, telles que l'hydromorphie ou la concentration en azote, sont importantes à suivre puisqu'elles influencent la dynamique du milieu. L'hydromorphie, avec notamment la condition de saturation en eau du sol, peut modifier la composition floristique. Les retombées atmosphériques, dont les dépôts d'azote, peuvent altérer la fertilité du sol et entraîner elles aussi des modifications dans la biodiversité végétale. Des analyses granulométriques, hydromorphiques ou encore sur les propriétés chimiques (pH, carbonate...) peuvent être effectuées pour étudier le sol. Les suivis pédologiques sont complémentaires des autres suivis, fournissant une vue d'ensemble plus complète des interactions entre le sol, la faune et la flore, et le climat.



DISCUSSION SUR LES SUIVIS

(À DIRES D'EXPERTS)

REMARQUES SUR LES SUIVIS NATURALISTES

• Les reptiles sont souvent utilisés comme indicateurs de la qualité du milieu puisqu'une absence ou une régression d'une espèce peut traduire une potentielle dégradation du milieu. Cependant, certaines espèces utilisent également d'autres types de milieux, ce qui peut compliquer l'attribution précise des causes de variation de l'effectif de l'espèce. En revanche, la vipère péliade est plus locale et fidèle à son habitat de chasse et de repos, elle peut alors offrir des indications plus claires et précises sur les conditions écologiques de la pelouse calcicole. Mais souvent cela ne suffit pas à évaluer l'état de conservation global du milieu et il est nécessaire de croiser les données avec d'autres suivis.

• Pour une évaluation complète du milieu, il est essentiel de définir clairement les questions auxquelles on souhaite répondre avant de mettre en place les suivis. Si l'objectif est de comprendre l'état de santé de l'écosystème, il est crucial de compléter les suivis faunistiques par des études floristiques. En effet, une diminution de la population de vipère péliade, par exemple, pourrait signaler un problème dans le milieu, mais peut également être liée à un climat plus favorable ailleurs qui modifie les dynamiques locales, rendant la seule interprétation faunistique insuffisante sans autres données contextuelles.

• Le programme Sentinelles du climat s'intéresse principalement aux espèces septentrionales. Cependant, il serait également intéressant de suivre les espèces méridionales pour observer leurs arrivées en plus des déclinés des espèces septentrionales. Cela permettrait de mieux étudier les dynamiques écologiques et les impacts du changement climatique sur les pelouses

calcicoles.

• Il serait intéressant de faire un état des lieux de la conservation des pelouses calcicoles à l'échelle normande, sur les espaces gérés, afin de savoir si l'on observe plutôt une augmentation ou une diminution des surfaces de pelouse, et d'évaluer la trajectoire globale des pelouses calcicoles sur la région Normandie.

Les différents suivis sont donc nécessaires pour comprendre l'état des pelouses calcicoles et les protéger. Mais bien souvent plusieurs **obstacles** et **défis** sont rencontrés qui empêchent la mise en place de ces suivis ou leur bonne efficacité :

• Bien que le nombre d'outils et de référentiels (exemples en [annexe](#)) permettant le suivi soient jugés suffisants (à dire d'experts), leur adaptation et utilisation nécessitent bien souvent des compétences et une formation spécialisée, et peuvent alors être **complexes** à utiliser. En effet, l'acquisition de données ne suffit pas et il serait nécessaire d'avoir un **accompagnement régional renforcé** afin d'aider les gestionnaires à **interpréter** les résultats de ces suivis de façon pertinente et efficace. Cela peut notamment passer par la mise en réseau de gestionnaires afin de partager les connaissances et les ressources. Le PRACoteaux (Programme Régional d'Actions en faveur des Coteaux et pelouses calcaires de Normandie) est un projet du CEN Normandie qui a permis de développer un réseau d'acteurs qui agissent sur les pelouses calcicoles, mais aussi d'améliorer le partage de connaissances sur ce milieu.

• Les différents suivis peuvent être chronophages ou coûteux et peuvent constituer un **frein financier** pour les gestionnaires. Obtenir des subventions et financements suffisants est souvent complexe et long, l'objectif serait alors de faciliter leur accès. L'accompagnement d'initiatives groupées pour les demandes de financement (et d'autorisations générales) pourrait aussi réduire le coût

et simplifier les procédures administratives.

• Enfin, la difficulté à toucher tous les acteurs des pelouses calcicoles (forestiers privés, chasseurs, agriculteurs...) est un autre frein. Ainsi, un renforcement du réseau d'acteurs par une intensification des efforts de sensibilisation et d'engagement (lors d'ateliers ou de rencontres par exemple) pour partager les bonnes pratiques et les résultats de suivi pourrait être une amélioration face à ce problème.

DISCUSSION SUR L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE

La définition de l'objectif à long terme dans la gestion d'un milieu dans le contexte du changement climatique peut être à l'origine de nombreux questionnements. Doit-on viser la préservation de certaines espèces ou maintenir un état écologique global ? La question devient encore plus complexe lorsque certaines espèces menacées par le changement climatique ne parviennent plus à se maintenir dans l'habitat, et peuvent parfois soulever la question de la pertinence de l'aire protégée sans ces espèces. De plus, le gestionnaire peut se demander s'il convient de tenter de maintenir un état de référence historique afin de résister à l'évolution du milieu sous le changement climatique, ou s'il est plus judicieux d'accepter le changement et de réorienter les objectifs de gestion en fonction des nouvelles conditions climatiques. Ce dilemme entre protection des espèces et acceptation de l'évolution nécessite une réflexion approfondie dans les années à venir afin de définir les objectifs de gestion de ces milieux.

ANNEXES

LES PROTOCOLES DE SUIVI (🔗 p.28)

REPTILES (🔗 p.24)

[Protocoles POPReptile et fiche terrain \(SHF\)](#)
[Les serpents en Normandie \(LPO Normandie\)](#)

RHOPALOCÈRES (🔗 p.24)

[Présentation et protocole du STERF](#)
[Protocole Chronoventaire appliqué pour étudier le changement climatique \(CEN PACA\)](#)

ORTHOPTÈRES (🔗 p.24)

[Présentation ILA \(INPN, MNHN\)](#)
[Application du protocole ILA pour étudier le changement climatique \(CEN PACA\)](#)

MÉTÉO (🔗 p.27)

[Les températures, précipitations, phénomènes, et impacts passés et futurs en France métropolitaine et par région](#)
[Données météorologiques Météo France](#)

BOÎTES À OUTILS, LISTES D'INDICATEURS

[Boîte à outil PRACoteaux \(CEN Normandie\)](#)
[Indicateurs des effets du changement climatique \(Sentinelles du climat Nouvelle-Aquitaine\)](#)
[Protocoles naturalistes de suivis des effets du changement climatique \(Sentinelles du climat Nouvelle-Aquitaine\)](#)

RAPPORTS, ÉTUDES, PROGRAMMES

LES LISTES ROUGES PAR TAXON EN NORMANDIE

(🔗 p.21)
[Les reptiles \(OBHeN/URCPIE/ANBDD\)](#)
[Les rhopalocères](#)
[Les amphibiens \(OBHeN/URCPIE/ANBDD\)](#)

LE PROGRAMME SENTINELLES DU CLIMAT

(🔗 p.21 ou p.24)
[Le programme scientifique \(Sentinelles du climat\)](#)
[La déclinaison en Normandie \(Sentinelles du climat\)](#)
[Proposition d'indicateurs biologiques et préfiguration des protocoles de suivis en Normandie \(Sentinelles du climat\)](#)
[Bilan 2023](#)

PRACOTEAUX

[Présentation du PRACoteaux](#)

INCENDIES (🔗 p.17)

[Série de webinaires : Incendies et aires protégées \(OFB\)](#)

BIBLIOGRAPHIE

Barrioz M., Lerest M. 2020. État des populations de reptiles en Normandie. OBHeN / URCPIE de Normandie. 21 pages. [Lien](#)

Bensettiti F., Bouillet V., Chavaudret-Laborie C., Deniaud J. 2005. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 (Vol.2) - Habitats agropastoraux. [Lien](#)

Boulard L. 2020. Boîte à outils pour l'étude des milieux ouverts secs calcicoles. CEN Normandie. [Lien](#)

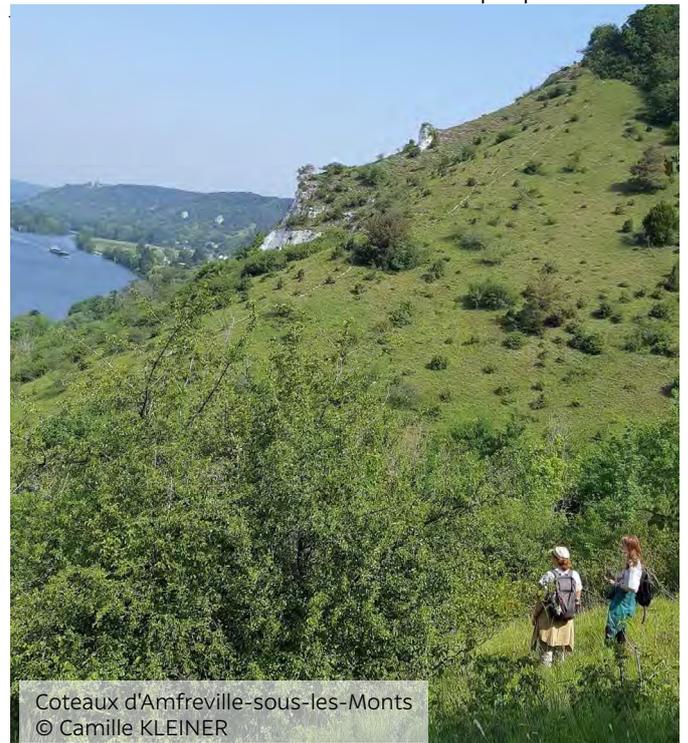
Dusacq M. 2019. Orthoptères et papillons de jours : évaluer les effets du pâturage et du changement climatique. CEN PACA. [Lien](#)

Dusoulier F. 2002. Les insectes peuvent-ils servir de bio-indicateurs climatiques ? L'exemple des orthoptères en Bretagne. Publications de l'Association Internationale de Climatologie. Vol 14. [Lien](#)

Dutoit T. 1996. Dynamique et gestion des pelouses calcaires de Haute-Normandie. Presses universitaires de Rouen et du Havre. [Lien](#)

Mallard F. 2016. Programme les sentinelles du climat. Tome I : Développement d'indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine. C. Nature.

Piqueray J. Mahy G. 2010. Revue bibliographique sur la restauration des pelouses calcicoles en Europe : contraintes rencontrées et solutions proposées. Bio-



Coteaux d'Amfreville-sous-les-Monts
© Camille KLEINER

CONTACTS

LES PELOUSES CALCICOLES

CEN Normandie
Loïc BOULARD
Claire ARCHERAY
Adrien SIMON

Conseil départemental du Calvados
Thierry DEMAREST

PNR Normandie Maine
Joachim CHOLET
Johannic CHEVREAU

LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

PREEE Normandie (CEN Normandie)
Jean-François DUFAUX

LES SUIVIS FLORISTIQUES

CBN Normandie
Timothée PREY
Auréli DARDILLAC
Julien BUCHET

CEN Normandie
Loïc BOULARD

PNR Normandie Maine
Joachim CHOLET
Johannic CHEVREAU

LES SUIVIS AMPHIBIENS & REPTILES

URCPIE / OBHeN
Anaïs JARDIN
Marius JOURDAIN
Mickaël BARRIOZ

PNR du Perche
Auréli TRAN VAN LOC, Valentin VAUTRAIN

PNR Normandie Maine
Joachim CHOLET
Johannic CHEVREAU

LES SUIVIS ENTOMOLOGIQUES

CEN Normandie
Adrien SIMON

GRETIA
Loïc CHEREAU

PNR Normandie Maine
Joachim CHOLET
Johannic CHEVREAU

PNR du Perche
Valentin VAUTRAIN

LES SUIVIS ORNITHOLOGIQUES

GONm
James JEAN-BAPTISTE

PNR Normandie Maine
Joachim CHOLET
Johannic CHEVREAU

PNR du Perche
Valentin VAUTRAIN, Nina De Backer



L'Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable a pour ambition de contribuer à la reconquête de la

biodiversité normande. Pour cela, elle se positionne en facilitateur et mobilise des acteurs régionaux aux profils divers (collectivités, entreprises, gestionnaires d'espaces naturels, etc.).

Pour répondre à cette mission, l'agence normande de la biodiversité est structurée en 3 pôles :

- **Connaissance**, dont le but est de développer et partager la connaissance sur la biodiversité normande.
- **Reconquête**, en animant des réseaux d'acteurs et en favorisant l'émergence de projets.
- **Valorisation**, en produisant des médias permettant la généralisation des bonnes pratiques régionales.

GIP ANBDD, 115 boulevard de l'Europe, 76100 Rouen

ANBDD.FR
BIODIVERSITE.NORMANDIE.FR

PARTENAIRES ET FINANCEURS DE L'ANBDD



LA PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES **BAS-MARAIS ET TOURBIÈRES** EN NORMANDIE

INTRODUCTION

Pour connaître le contexte de cette fiche technique, ses objectifs, les structures et personnes référentes à contacter et la synthèse climatique, veuillez lire la [Fiche introductive](#).

Avant la rédaction de cette fiche technique, un groupe de travail a été organisé avec des acteurs œuvrant sur les bas-marais et tourbières en Normandie. Ainsi, les éléments indiqués comme “**à dire d’experts**” dans cette fiche proviennent des observations, des recommandations ou des diverses informations partagées lors de ce groupe de travail. Les définitions des termes « bas-marais » et « tourbières » varient selon les sources dans la littérature. Pour clarifier leur compréhension dans ce document, nous avons retenu les définitions suivantes :

Les bas-marais, qui font partie intégrante des tourbières, sont situés au sein de dépressions ou de pentes à écoulement lent, on parle de bas-marais, de tourbières basses ou de tourbières plates. Ils sont généralement oligotrophes à mésotrophes (parfois eutrophes), acides à alcalines. Les bas-marais ont donc un pH généralement supérieur à 7. Il existe

également des tourbières mixtes correspondant à des complexes tourbeux avec des parties ombrotrophes et des parties minérotrophes. Ce sont des tourbières de transition (Clément H et al, 2020 ; Bensettiti et al, 2002).

Les tourbières peuvent être définies comme une zone humide se caractérisant par des bilans hydriques avec une saturation du sol assez suffisante pour permettre le maintien de conditions **anaérobies** favorables à l’accumulation de tourbe et au développement d’un **histosol** épais d’au moins **10 cm** et qui renferme minimum 30% de matière organique (Cubizolle, 2019). En effet, très peu de microorganismes supportent ces conditions d’anaérobie et la matière organique n’est donc pas décomposée, formant la **tourbe** (Joosten et Clarke, 2002). Ces tourbières peuvent être **acides** (pH < 5,5) ou **alcalines** (pH pouvant monter jusque 8) (Dardillac et al, 2019)

Les tourbières et bas-marais ont un rôle crucial dans le contexte du changement climatique. Bien qu’ils ne représentent que **3% des terres émergées** dans le monde, **ces milieux stockent un tiers du**



carbone total des sols, agissant ainsi comme puits de carbone. Ils fournissent également de nombreux services écosystémiques tels que les services d’approvisionnement (alimentaire, chauffage...) ou de régulation (climatique, hydrologique, épuration, filtration...) (Marescaux et al., 2021). Ils peuvent être extrêmement utiles pour l’éducation et la recherche (pour l’étude du pollen par exemple) (à dire d’experts). Enfin, si la diversité spécifique est généralement plus basse que celle retrouvée dans d’autres milieux, plusieurs espèces y sont inféodées et représentent ainsi des enjeux majeurs (Parish et al., 2008).

Cependant, ces tourbières ont été historiquement la cible de nombreuses **dégradations** résultant principalement de l’agriculture, de la sylviculture, de l’extraction de tourbe et du développement

d’infrastructures (Parish et al., 2008). De plus, le drainage, la déforestation, les incendies et la pollution modifient les conditions nécessaires à la turbigénèse, pouvant même entraîner une transition des tourbières de puits de carbone à **sources de carbone** lorsque la tourbe se minéralise (Laggoun-Défarge et al., 2008).

En **Normandie**, les bas-marais et tourbières représentent le tiers du stockage du carbone **national** (Ministère de l’Industrie et du Commerce, 1949 ; à dire d’experts). De plus, ces milieux humides sont aussi particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique. Ces derniers conduisent à la **dégradation de la tourbe et la baisse de la qualité de l’eau**. Ils sont détaillés ci-après, avec pour chacun le format : causes du changement climatique/effets/conséquences.

PRINCIPAUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Tous ces impacts ont déjà été observés, à des niveaux variables au sein des tourbières de Normandie.

1. DÉGRADATION ET ASSÈCHEMENT DE LA TOURBE

CAUSES

- **Augmentation des températures** : la hausse générale des températures entraîne une évaporation accrue de l’eau ;
- **Réduction des précipitations** : la diminution des précipitations réduit la possibilité de recharge des écosystèmes ;
- **Modification des cycles hydrologiques** (altération de l’évapotranspiration, impact sur les nappes phréatiques...).

EFFETS

Les tourbières subissent des périodes prolongées de **sécheresse**, avec une réduction de la saturation en eau, ce qui **empêche** la **formation de tourbe**. En l’absence d’eau, les nouvelles conditions aérobies favorisent l’**activité** des **microorganismes** qui **décomposent la matière organique** exposée à l’air plus rapidement (Tarnocai, 2009).

CONSÉQUENCES

La décomposition accrue de matière organique, accélérée par les températures plus élevées et les conditions aérobies, **libère du CO₂** dans l’atmosphère, ce qui contribue de manière significative à l’émission des gaz à effet de serre (Parish et al., 2008).

Les conditions plus sèches et l’accumulation de matière organique sèche enrichie en carbone offrent des conditions propices aux **incendies**. Ainsi,

une augmentation de la fréquence et de l’intensité des incendies dans les tourbières peut être observée dans le contexte du changement climatique (à dire d’experts). Ces incendies détruisent la tourbe qui, en brûlant, libère du gaz carbonique en quantité (voir [annexe](#)).

À l’inverse, les crues plus fréquentes et intenses posent un risque d’**inondation** sur les tourbières dégradées qui perdent leur capacité à absorber et à retenir l’eau (Convention sur les zones humides, 2021).

La dégradation des tourbières entraîne la **perte d’habitats** pour de nombreuses espèces qui dépendent de ces milieux pour au moins une partie de leur cycle de vie, ce qui peut conduire au **déclin** de certaines populations. Mais les nouvelles conditions mènent parfois à l’arrivée de **nouvelles espèces** plus adaptées aux conditions de sécheresse (à dire d’experts).

Lorsque les tourbières sont dégradées, leur capacité à conserver les **archives palynologiques** est altérée, compromettant ainsi le maintien des données historiques sur la végétation passée et les conditions climatiques.

2. BAISSÉ DE LA QUALITÉ DE L'EAU

CAUSES

- **Augmentation des températures ;**
- **Modification des cycles hydrologiques ;**
- **Augmentation du nombre de jours de forte chaleur ;**
- **Modification des régimes de précipitations :** le changement climatique entraîne des épisodes de pluies plus fréquentes et intenses, menant alors à des crues dans les régions concernées.

EFFETS

Les tourbières, sensibles aux changements hydrologiques et à l'augmentation des températures (Burkett et Kusler, 2007) sont **dégradées** par les changements climatiques. Elles perdent ainsi leur capacité naturelle à filtrer et épurer l'eau. Ceci entraîne une **augmentation** des concentrations de **carbone organique dissous (COD)**¹ et d'autres contaminants dans l'eau qui les traverse (Wilson et al., 2011).

L'augmentation des températures et les conditions aérobiques accélèrent la vitesse de décomposition et la **libération** de **nutriments** (Tarnocai, 2009 ; Salimi et Scholz, 2021).

¹Le carbone organique dissous ou COD peut être défini comme l'ensemble des composés organiques provenant de matière organique en décomposition (d'origine animale, végétale ou anthropique).

L'augmentation du niveau de CO₂ atmosphérique peut stimuler la **croissance des plantes vasculaires** (plantes aquatiques, macrophytes...) au **détriment** des **mousses** (Fenner et al., 2021; Salimi et Scholz, 2021). Une "banalisation" ou **rudéralisation** de la végétation est aussi constatée (à dire d'experts; Marescaux et al., 2021).

CONSÉQUENCES

Les tourbières dégradées perdent leur efficacité en tant que filtre naturel, cette altération des services écosystémiques **augmente** les **coûts** de traitement de l'eau potable et peut **compromettre la qualité de l'eau** pour les écosystèmes et usages humains (Wilson et al., 2011).

Les nutriments libérés peuvent être exportés dans les masses d'eau des tourbières et causer des problèmes d'**eutrophisation et/ou d'acidification** (Salimi et Scholz, 2021).

Les **plantes** aquatiques et les macrophytes dont la croissance est stimulée peuvent, par leur **décomposition**, augmenter la concentration de COD dans l'eau, et mener à une baisse relative en oxygène dissous (Fenner et al., 2021). Cela peut nuire à la biodiversité présente et créer des problèmes d'eutrophisation supplémentaires.

Les concentrations élevées de COD et la diminution



d'oxygène dissous peuvent favoriser la prolifération des **algues** dans les zones en eau. Les blooms algaux peuvent provoquer une turbidité accrue, des toxines algales et un déséquilibre de l'écosystème notamment sur la chaîne alimentaire et le cycle de nutriments (à dire d'experts; Fenner et *al.*, 2021). Les épisodes de **canicule** plus fréquents peuvent augmenter la fréquence et l'intensité de ces épisodes de prolifération de cyanobactéries (à dire d'experts).

L'augmentation du niveau des fleuves côtiers et les **inondations** plus fréquentes peuvent aussi entraîner un apport d'eau **eutrophe et pollué** dans les bas-marais. Cela peut avoir des conséquences importantes sur la qualité de ces milieux en aggravant les problèmes d'eutrophisation (à dire d'experts).

Si les projections climatiques montrent des modifications des précipitations moyennes annuelles en Normandie, il est à noter que le changement climatique agit aussi en augmentant la variabilité saisonnière : on prédit une baisse des précipitations en période estivale contre une augmentation de ces précipitations en période hivernale. Ces épisodes pluvieux peuvent être de plus en plus intenses et fréquents, surtout dans certaines zones de la région (voir les cartes de la [fiche introductive](#), pages 4 à 7).

Les conséquences de l'augmentation du niveau d'eau des fleuves côtiers se ressentent déjà aux abords de la Seine. Ce phénomène résulte principalement de la dilatation thermique des océans et de la fonte des glaciers. La montée du niveau de la mer provoque ainsi une intrusion saline dans les estuaires et peut entraîner une élévation du niveau d'eau fluvial au niveau des embouchures, amplifiant les risques d'inondation localement.

3. AUTRES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les **variations extrêmes** des conditions hydrologiques, telles que des périodes prolongées de sécheresse suivies de périodes de fortes précipitations, peuvent avoir d'importants impacts sur les tourbières. En effet, une sécheresse prolongée réduit la saturation en eau, favorise l'assèchement du milieu, tandis que l'excès d'humidité observé certaines années entraîne une **surcharge hydromorphe** qui peut par exemple impacter les racines des **arbres** et entraîner la **mort** de ces derniers.

Les **tempêtes**, de plus en plus fréquentes dans le contexte du changement climatique, peuvent également provoquer une **érosion** accrue des sols et affecter la structure des tourbières, surtout lorsqu'elles sont boisées (à dire d'experts).

Peu d'**espèces exotiques envahissantes** retrouvées dans les tourbières et bas-marais ont une origine qui pourrait être expliquée majoritairement par le changement climatique, mis à part l'exemple du Crabe chinois (*Eriocheir sinensis*), dont la présence est souvent liée à une remontée d'eau salée dans le milieu.



ÉLÉMENTS ÉCOLOGIQUES VULNÉRABLES

FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les éléments écologiques sensibles face au changement climatique englobent à la fois les activités humaines et les pratiques de gestion retrouvées sur les tourbières en Normandie, mais aussi le patrimoine naturel (espèces, habitats, fonctionnalités écologiques...). Connaître et comprendre ces éléments est essentiel pour évaluer la vulnérabilité d'un site mais aussi pour développer une gestion efficace.

1. LES ACTIVITÉS HUMAINES

Le tableau suivant présente une synthèse des principales activités humaines pratiquées sur les tourbières, en mettant en évidence leurs impacts potentiels dans le contexte du changement climatique. Chaque activité est évaluée en termes d'aspects positifs et négatifs, illustrant comment elle peut soit atténuer, soit amplifier les effets du changement climatique sur les tourbières (à dire d'experts). Cette évaluation permet alors de comprendre les interactions entre l'utilisation humaine des sites et leur vulnérabilité face aux défis climatiques, mais aussi d'identifier les acteurs clés du milieu.

Activité humaine	Impacts potentiellement positifs = atténuation des effets du CC	Impacts potentiellement négatifs = amplification des effets du CC
Alimentation en eau potable	Usage du site = argument pour la protection et restauration des milieux	Impact sur les niveaux d'eau locaux Tensions d'usage sur la quantité et qualité de l'eau
Chasse		Gestion hydraulique, vidange + remise en eau... = baisse du niveau d'eau local
Exploitation forestière*	Stockage de carbone dans le sol et dans le bois	Relargage de carbone lors de la coupe Drainage des tourbières Tassement du sol par les engins = dégradation
Agriculture	Maintien des milieux ouverts	Intensification des pratiques Prairie fauchée impacte plus la structure du sol que la végétation présente spontanément Eutrophisation des eaux Drainage Piétinement et tassement du sol sur les zones pâturées
Tourisme	Opportunité d'éducation et de sensibilisation	Pression humaine par la fréquentation touristique (tourisme de fraîcheur) Perturbation des habitats
Extraction de tourbe**		Émission de gaz à effet de serre Dégradation directe de l'habitat

*La restauration de tourbières ouvertes sur des espaces actuellement **boisés** (dans le contexte du changement climatique) suscite de nombreux **débats** en raison du manque de connaissances et de recul sur ces habitats. Voici un résumé des principaux points abordés lors des discussions :

- Les tourbières boisées représentent un intérêt dans la région en raison de leur grande **rareté** et de leur patrimoine
- Ces milieux **stockent** du **carbone** dans le **sol** et dans le **bois**, un stockage supplémentaire qui, bien que moins conséquent, peut être à étudier dans le contexte du changement climatique.
- Certains gestionnaires pensent que la couverture forestière pourrait aider à **conserver l'humidité** et réduire ainsi l'évapotranspiration des tourbières, tandis que d'autres pensent que l'évapotranspiration accrue des arbres pourrait **assécher** les tourbières. Des études scientifiques manquent à ce sujet et ne permettent pas de

répondre clairement à ce débat.

- Les tourbières boisées semblent, pour certains gestionnaires, **plus résilientes** face aux perturbations environnementales à long terme et sont plus protégées que les milieux ouverts pour maintenir un service d'épuration des eaux efficace, mais ce propos est à nuancer en fonction des essences du boisement.
- L'exploitation forestière peut nécessiter un **drainage**, ce qui modifie le fonctionnement de la tourbière, aujourd'hui la gestion cible surtout le comblement de drains
- La déprise agricole, entraînant une fermeture des milieux, est donc perçue de façon positive ou négative en fonction de ces arguments.

**L'extraction de tourbe est une pratique qui se raréfie et tend à disparaître en Normandie



Vipère péliade
© Elie BODIN



Grenouille rousse
© Marie-Léa TRAVERT



Gentiane pneumonanthe
© Timothée PREY



Canneberge à petits fruits
© Aurélie DARDILLAC



Lézard vivipare
© Elie BODIN

2. LE PATRIMOINE NATUREL

Le patrimoine naturel cité ici comprend les espèces, les fonctionnalités écologiques et les habitats représentatifs des tourbières et sensibles aux variations climatiques.

LES ESPÈCES

Dans cette section, les espèces sensibles face au changement climatique et présentes dans des tourbières en Normandie sont listées (non exhaustif). Une espèce peut être **sensible** face au changement climatique lorsqu'elle est particulièrement **vulnérable** aux variations climatiques telles que les changements de températures, de régime de précipitations ou encore la fréquence d'événements extrêmes, qui peuvent **affecter sa survie, sa reproduction ou sa distribution**. Elle peut aussi être qualifiée de sensible face au changement climatique lorsqu'elle est **spécifique**, pour au moins une partie de son cycle, à un habitat qui est lui-même vulnérable, ou encore lorsqu'elle a une **faible** capacité de **dispersion**. L'objectif est de fournir des pistes aux gestionnaires d'espaces naturels pour aider à identifier les espèces pertinentes à suivre dans le contexte du changement climatique, dont le choix reste ensuite à adapter en fonction des conditions locales et des enjeux propres à chaque site.

Les espèces sentinelles en régression en Normandie

Ces espèces sont citées dans le programme Sentinelles du climat en Normandie en raison de leurs sensibilités aux changements notamment climatiques et qui sont ainsi à surveiller pour être alertés des premiers changements.

- Vipère péliade (*Vipera berus*) EN
- Grenouille rousse (*Rana temporaria*) VU
- Gentiane pneumonanthe (*Gentiana pneumonanthe*) et l'azuré des mouillères (*Maculinea alcon*) : la gentiane pneumonanthe étant la plante hôte de l'azuré des mouillères, leur suivi est étroitement lié
- Canneberge à petits fruits (*Vaccinium oxycoccos*)
- Lézard vivipare (*Zootoca vivipara*) VU.

D'autres espèces sentinelles du climat peuvent être citées comme le miroir (*Heteropterus morpheus*), l'agrion joli (*Coenagrion pulchellum*), la decticelle des alpages (*Metrioptera saussuriana*) ou encore le Vertigo de Des Moulins (*Vertigo moulinsiana*).

Dans la **liste rouge de l'UICN**, les espèces sont classées en catégories en fonction de leur état de conservation. Les trois catégories, "En danger critique" (CR), "En danger" (EN) et "Vulnérable" (VU) rassemblent ainsi les espèces menacées dans la région.

Autres espèces

Sphaignes (*Sphagnum sp.*) : les sphaignes sont des bryophytes caractéristiques des tourbières, jouant un rôle dans la formation et le maintien de ces habitats. Elles sont extrêmement sensibles aux variations hydrologiques et thermiques, et peuvent alors être indicatrices de changements de précipitations ou de température.

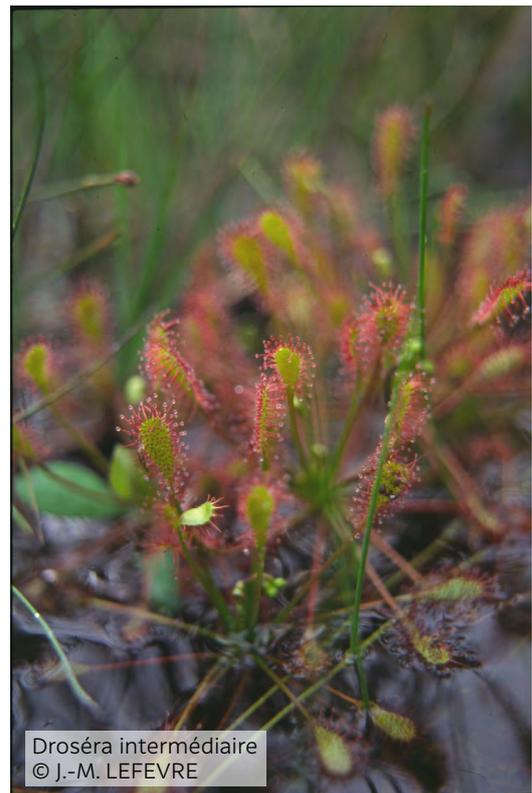
Droséras : plusieurs espèces de droséras peuvent être retrouvées dans les tourbières de Normandie, avec la grande droséra (*Drosera longifolia*), la droséra intermédiaire (*Drosera intermedia*) ou la droséra à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*). Si la droséra intermédiaire se maintient encore, la grande droséra est en voie de raréfaction. La droséra à feuilles rondes, par son exigence écologique d'habitat acide et peu minéralisé (habitat de plus en plus rare) est davantage menacée d'extinction dans la région.

Grandes pleurocarpes brunes : les grandes pleurocarpes (= dont le sporophyte se développe latéralement aux tiges) sont également essentielles pour la structure et la fonction des tourbières. Sensibles à l'humidité et à la température dont les variations peuvent influencer leur croissance et leur capacité à retenir l'eau, elles sont aussi importantes à suivre dans le contexte du changement climatique.

Linaigrette engainante (*Eriophorum vaginatum*) : cette plante vivace peut se retrouver dans plusieurs milieux humides de la région, dont les sols tourbeux et acides. Elle est l'une des principales espèces à former la tourbe.

Epipactis des marais (*Epipactis palustris*) : cette espèce est retrouvée dans les milieux humides ensoleillés et peut être retrouvée dans les bas-marais (principalement eutrophes) de Normandie.

La fonge : plusieurs espèces sont présentes dans les tourbières de Normandie et sont particulièrement menacées comme *Mitrella paludosa*, *Galerina paludosa*, *Hygrocybe coccineocrenata*...



Les listes rouges régionales (amphibiens, reptiles, odonates) en [annexe](#)

Plus d'informations sur le programme Sentinelles du climat en [annexe](#)

LES HABITATS

Les différents habitats de tourbières et de bas-marais en Normandie peuvent parfois être sensibles au changement climatique puisque les variations hydrologiques et climatiques peuvent perturber leur fonctionnement (à dire d'experts) :

Tourbière acide à sphaignes : les tourbières acides à sphaignes sont caractérisées par la présence dominante de mousses du genre *Sphagnum*. Ces habitats sont particulièrement vulnérables aux variations de régime hydrologique puisqu'ils dépendent d'une saturation constante en eau. Des sécheresses prolongées, de plus en plus fréquentes avec le changement climatique, peuvent affecter la croissance des sphaignes et la capacité des tourbières à stocker de l'eau. Les épisodes de fortes précipitations, quant à eux, peuvent entraîner une érosion et une déstabilisation de la structure de ces sols.



Tourbière acide à Sphaignes
© Timothée PREY

Bas-marais tourbeux acido-alcalin : les bas-marais tourbeux, qu'ils soient acides ou alcalins, sont des habitats où l'eau stagnante favorise l'accumulation de matière organique. Les bas-marais acides sont dominés par des carex, des joncs, des mousses brunes et des sphaignes (Thébaud et al. 2012). Les bas-marais alcalins abritent principalement des carex et d'autres cypéracées calciphiles, avec un tapis de mousses brunes productrices de tourbe (Bensettiti et al., 2022).



Bas marais alcalins
© Timothée PREY

Landes tourbeuses : les landes tourbeuses sont caractérisées par une végétation basse incluant des espèces de bruyères, de droseras, de joncs... Les périodes de sécheresse affectent aussi la qualité de ce milieu.



Lande tourbeuse
© Timothée PREY

Tourbières boisées : les tourbières boisées sont des tourbières avec une couverture forestière dominante. L'importance des tourbières boisées a été discutée en page 5 de ce document, où les différents arguments quant à l'importance de leur restauration ou non ont été exposés.



Tourbière boisée
© Aurélie DARDILLAC

LES FONCTIONNALITÉS ÉCOLOGIQUES

Les tourbières contribuent à plusieurs services écosystémiques, mais la plupart d'entre eux sont particulièrement vulnérables au changement climatique. Voici un aperçu des principales fonctionnalités écologiques sensibles au changement climatique (à dire d'experts) :

Puits de carbone : les tourbières accumulent la matière organique sous forme de tourbe et séquestrent ainsi une partie du carbone atmosphérique pendant de très longues périodes.

Le changement climatique peut perturber ce service de stockage en asséchant la tourbe, puisque cela favorise sa décomposition et ainsi le relargage de carbone dans l'atmosphère. De plus, les incendies de tourbières, de plus en plus fréquents, peuvent relarguer de grandes quantités de CO₂.

Réservoir de biodiversité : les tourbières abritent une biodiversité parfois rare, avec des espèces dépendantes de ces milieux et/ou menacées. Les différents habitats fournissent des conditions écologiques spécifiques, avec par exemple des niveaux élevés d'humidité et des sols parfois acides, favorisant ainsi des espèces adaptées à ces environnements. Mais le changement climatique peut altérer ces conditions et perturber les cycles de vie des espèces présentes, modifiant par conséquent la composition des communautés locales.

Épuration des eaux, régulation des régimes hydrologiques : les tourbières absorbent l'eau des précipitations et régulent ainsi le débit des flux hydriques, atténuant alors les risques d'inondations. De plus, ces milieux filtrent les divers polluants qui pourraient être présents, améliorant la qualité de l'eau qui passe dans ces milieux. Le changement climatique, comme vu précédemment, peut réduire cette capacité de rétention d'eau des tourbières et alors diminuer l'efficacité de ces services écosystémiques.

3. PRATIQUES DE GESTION / ACTIONS

Dans cette section, les pratiques de gestion et les actions souvent mises en œuvre sur les tourbières en Normandie sont présentées. Pour chaque pratique et action, une évaluation des impacts potentiels est proposée, en distinguant les effets positifs, pouvant atténuer les impacts du changement climatique, et les effets négatifs, pouvant en accroître l'intensité (à dire d'experts). L'objectif ici est de donner aux gestionnaires d'espaces naturels des informations sur les actions de gestion afin de mieux comprendre leurs effets sur le milieu dans le contexte du changement climatique.

Action de gestion	Impacts potentiellement positifs = atténuation des effets du CC	Impacts potentiellement négatifs = amplification des effets du CC	Vigilance
Pâturage extensif (bovin, équin, caprin)	Maintien de la végétation ouverte	Dégradation des sols, assèchements ponctuels Compactage, tassement de la tourbe à long-terme	X
Comblement de drains	Restauration de l'hydrologie Amélioration de la rétention d'eau du milieu	Moyens mécaniques + matériaux pour le comblement	
Autre gestion hydraulique (vannes, exutoires, verrous hydrauliques...)	Contrôle du niveau d'eau	Risques en cas de gestion inadéquate	
Moyens mécaniques (fauche mécanique, broyage, élagage...)	Maintien de milieux ouverts	Compactage, tassement du sol	X
Arrachage d'arbres	Préservation des milieux ouverts	Questionnement sur la restauration sur tourbières boisées (voir * page 5)	
Éducation & sensibilisation	Renforcer l'engagement, la connaissance, les comportements		

Les pratiques sur lesquelles il faut être **vigilant** dans le contexte du changement climatique :

Le pâturage : il est nécessaire d'ajuster la pression du pâturage en fonction des conditions du milieu afin d'éviter les dégradations des histosols superficiels, des assèchements ponctuels de plus en plus observés dans le contexte du changement climatique. Poser des enclos peut parfois être utilisé comme solution contre l'extension de la zone piétinée (Berquer et Castelli, 2022).

Moyens mécaniques : les moyens mécaniques, quand ils sont possibles, permettent une intervention rapide sur de grandes surfaces mais ont de forts impacts sur le sol. Il est ainsi nécessaire de limiter l'utilisation d'engins lourds, ou de réaliser des suivis pédologiques suite aux interventions (à dire d'experts).

Le compactage des sols suite au passage d'engins mécaniques est visible jusqu'à 20 ans après l'intervention (à dire d'experts).
Le pâturage bovin pourrait entraîner une déstructuration des tapis de sphagnes (à dire d'experts)

Il est important de choisir judicieusement les périodes d'intervention pour ces diverses pratiques de gestion afin de minimiser les perturbations et maximiser les effets bénéfiques (CNPf Hauts-de-France Normandie, 2023). **Cependant, avec le changement climatique, ces périodes d'intervention favorables peuvent être modifiées, ce qui nécessite une flexibilité, une adaptation et une vigilance du gestionnaire d'espaces naturels. Par exemple, les périodes d'inondations et d'assèchement ainsi que la temporalité des cycles de vie des espèces subissent des variations imprévisibles, rendant cette planification des interventions plus complexe (à dire d'experts).**

LES SUIVIS ET INDICATEURS

Les suivis des tourbières et bas-marais sont essentiels pour évaluer les impacts du changement climatique, mais le choix des suivis à mettre en place dépend largement des questions initiales que l'on se pose. Ces suivis, ainsi que d'autres suivis réalisés sur les tourbières, peuvent être retrouvés sur la fiche dédiée aux suivis et à l'évaluation des travaux de restauration écologique sur les tourbières et bas-marais (à paraître en 2025). Voici comment ces suivis peuvent être associés à des questions clés :

COMMENT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE INFLUENCE L'HYDROLOGIE ET LA PÉDOLOGIE DES TOURBIÈRES ?

- **Suivi des niveaux d'eau** : les niveaux d'eau sont essentiels pour comprendre l'évolution des tourbières. Un suivi piézométrique permet d'évaluer les conditions hydrologiques et les données obtenues sont fondamentales pour une compréhension des résultats des autres suivis. Plus d'informations en [annexe](#).



Pose d'un piézomètre profond sur le marais de Chicheboville
© Clément-Blaise DUHAUT

- **Suivi de la subsidence** : un suivi de la subsidence mesure l'évolution de la tourbe afin de savoir si elle diminue ou se reconstitue par turbigénèse. Puisque la production de tourbe est un processus long, ces suivis doivent être réalisés sur minimum 10 ans pour obtenir des variations dans les données. Plus d'informations en [annexe](#).

Suivi pédologique : les analyses pédologiques permettent d'évaluer la condition des sols, en particulier pour détecter la compaction et la minéralisation. Ce suivi permet alors d'étudier l'impact des activités humaines et des changements climatiques sur la structure des sols. Cela peut consister en de la description de sol, de la mesure de densité apparente pour étudier le tassement de la tourbe...

Le LiDAR (ou télédétection par laser), en étudiant l'altimétrie, est parfois utilisé pour connaître les tassements du sol, il est cependant à croiser avec d'autres données puisqu'il peut se montrer imprécis, principalement lorsque la végétation est très dense. Plus d'informations en [annexe](#).



Fosse pédologique
© Clément-Blaise DUHAUT

QUELS SONT LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA BIODIVERSITÉ DES TOURBIÈRES ?

Sentinelles du climat : ce programme a été fondé en Nouvelle-Aquitaine puis décliné en Normandie, et a comme objectif d'étudier les impacts du changement climatique sur la biodiversité en utilisant des espèces dites indicatrices : les sentinelles du climat. En plus du suivi des espèces, ce programme permet de suivre les conditions climatiques locales par la mise en place de stations météorologiques. Ces espèces identifiées comme sentinelles du climat peuvent ensuite être la cible de protocoles de suivis existants :

STELI : le protocole STELI (Suivi Temporel des Libellules) suit les populations d'odonates en identifiant au choix la présence/absence des espèces sur le périmètre d'étude, des fourchettes d'abondance, ou bien le nombre exact d'individus, tout en relevant les conditions météorologiques. Plus d'informations en [annexe](#).

POPAmphibien : le POPAmphibien consiste en un ensemble de protocoles pour le suivi des populations d'amphibiens, avec un objectif global d'amélioration de la connaissance et de surveillance en recueillant plusieurs données sur les populations d'amphibiens et leur répartition. Elle se décline d'une part à l'échelle de la communauté (POPAmphibien Communauté) et d'autre part de façon spécifique, avec des protocoles par espèce ou groupe d'espèces. Dans le contexte des tourbières, il est possible de suivre par

exemple la grenouille rousse. Plus d'informations et autres protocoles sur les amphibiens en [annexe](#).

POPReptile : le POPReptile est un programme qui cible les reptiles en étudiant leur dynamique temporelle. Il se décline en trois protocoles, POPReptile 1 pour les inventaires, POPReptile 2 pour le suivi temporel, et POPReptile 3 pour l'étude des habitats et de la gestion. Dans le contexte des tourbières, il est possible de citer par exemple la vipère péliade, indicatrice du changement climatique qui apprécie les milieux plutôt humides (à dire d'experts). Plus d'informations et autres protocoles sur les reptiles en [annexe](#).

Plus d'informations sur le programme Sentinelles du climat en [annexe](#).

COMMENT LES VARIATIONS CLIMATIQUES MODIFIENT-ELLES LA COMPOSITION VÉGÉTALE DES TOURBIÈRES ET BAS-MARAIS ?

Inventaire et suivi de la flore : l'inventaire et le suivi de la flore sur les tourbières sont des éléments supplémentaires pour comprendre l'évolution de l'écosystème. Plusieurs types de suivis existent, qui, bien que généraux, peuvent fournir des informations utiles si la question posée à l'origine de l'étude est pertinente dans le cadre de la prise en compte du changement climatique sur le milieu. Par exemple, certaines espèces présentes, ou disparues, lors d'un relevé peuvent être indicatrices d'une eutrophisation, d'une augmentation de la température, d'une intrusion saline ou encore de conditions d'assèchement.

Transects : des transects traversant différentes zones du milieu permettent de noter la présence ou absence, et/ou l'abondance des espèces végétales à intervalles réguliers. Ces données permettent notamment de détecter des changements de composition et de distribution des espèces qui peuvent être liés aux modifications du milieu induites ou non par le changement climatique.

Cartographie de la végétation : la réalisation de cartes de végétation détaille la distribution spatiale des différentes espèces ou des types de végétation

retrouvés sur la tourbière ou le bas-marais. En réalisant cette cartographie de manière régulière, on peut visualiser les effets du changement climatique sur la végétation.

Unités phytosociologiques : l'analyse des associations végétales du milieu peut également fournir des indications sur son état.

Suivis spécifiques :

Sphaignes : un suivi spécifique aux sphaignes permet de renseigner sur l'état de dégradation de la tourbière, puisque leur présence ou absence donne des indications sur la qualité du milieu.

Canneberge : La canneberge (*Vaccinium oxycoccos*) est une espèce qui se développe en tourbière acide, mais qui pourrait régresser à cause des épisodes de canicule. Cette espèce a été retenue comme sentinelle du climat et un premier protocole de suivi a été élaboré et testé en 2024 par le CBN et le CEN de Normandie (plus d'informations en [annexe](#)).

Plus d'informations sur ces suivis floristiques en [annexe](#).

QUELLE EST L'INFLUENCE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LOCALES DANS LA COMPRÉHENSION DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES TOURBIÈRES ?

Suivi météorologique : le suivi météorologique est essentiel pour comprendre les impacts du changement climatique puisqu'il fournit des données locales précises qui aident à mettre en perspective les résultats des suivis écologiques et à comprendre les dynamiques des écosystèmes. Des stations météorologiques installées localement (dans le cadre du projet Sentinelles du climat notamment) recueillent des données sur les températures, les précipitations et l'humidité relative. Ces données météorologiques peuvent ensuite être corrélées aux données des autres suivis.

Si le site ne possède pas de station météorologique à proximité, Météo France propose d'autres outils afin d'obtenir des données régionales, visibles en [annexe](#).



DISCUSSION SUR LES SUIVIS (À DIRES D'EXPERTS)

REMARQUES SUR LES SUIVIS NATURALISTES

- Les amphibiens et reptiles sont souvent utilisés comme indicateurs de la qualité de la zone humide puisqu'une absence ou une régression d'une espèce peut traduire une potentielle dégradation du milieu. Cependant, la grenouille rousse par exemple, utilise également d'autres types de milieux, ce qui peut compliquer l'attribution précise des causes de variation de l'effectif de l'espèce. En revanche, la vipère péliade est plus locale et fidèle à son habitat de chasse et de repos, elle peut alors offrir des indications plus claires et précises sur les conditions écologiques de la tourbière. Mais souvent cela ne suffit pas à évaluer l'état de conservation global du milieu, et il est nécessaire de croiser les données avec d'autres suivis.
- Pour une évaluation complète du milieu, il est essentiel de définir clairement les questions auxquelles on souhaite répondre avant de mettre en place les suivis. Si l'objectif est de comprendre l'état de santé de l'écosystème, il est crucial de compléter les suivis faunistiques par des études pédologiques et floristiques. En effet, une diminution de la population de vipère péliade, par exemple, pourrait signaler un problème dans le milieu, mais peut également être liée à un climat plus favorable ailleurs qui modifie les dynamiques locales, rendant la seule interprétation faunistique insuffisante sans autres données contextuelles.

Les différents suivis sont donc nécessaires pour comprendre l'état des tourbières, et les protéger. Mais bien souvent plusieurs obstacles et défis sont rencontrés qui empêchent la mise en place de ces suivis ou leur bonne efficacité :

- Bien que le nombre d'outils et de référentiels (exemples en [annexe](#)) permettant le suivi soient jugés suffisants (à dire d'experts), leur adaptation et utilisation nécessitent bien souvent des compétences et une formation spécialisée, et peuvent alors être **complexes** à utiliser. En effet, l'acquisition de données ne suffit pas, et il serait nécessaire d'avoir un **accompagnement régional renforcé** afin d'aider les gestionnaires à **interpréter** les résultats de ces suivis de façon pertinente et efficace. Cela peut notamment passer par la mise en réseau de gestionnaires afin de partager les connaissances et les ressources. Le PRAT (Programme Régional d'Actions en faveur des Tourbières) est un projet du CEN Normandie qui permettra de développer un réseau d'acteurs qui agissent sur les tourbières, mais aussi d'améliorer le partage de connaissances sur ce milieu.
- Les différents suivis, tels que les suivis hydro-pédologiques, sont souvent coûteux et peuvent constituer un **frein financier** pour les gestionnaires. Obtenir des subventions et financements suffisants est souvent complexe et long, l'objectif serait alors de faciliter leur accès. Le Label Bas-Carbone, mis en

place par l'Etat, permet de valoriser la réduction des émissions de GES. La Fédération des CEN, à travers le Pôle-relais tourbières, développe une méthode qui vise à mesurer les réductions des émissions obtenues lors de la remise en état hydraulique des tourbières dégradées. Ainsi, en intégrant les tourbières à ce dispositif, des financements pourront être appliqués en fonction de la réduction des émissions de CO₂ qui permettront de financer les projets de restauration de tourbières. Ce dispositif est attendu pour fin 2024, plus d'informations en [annexe](#). L'accompagnement d'initiatives groupées pour les demandes de financement (et d'autorisations générales) pourrait aussi réduire le coût et simplifier les procédures administratives.

- Enfin, la difficulté à toucher tous les acteurs des tourbières (forestiers privés, chasseurs, agriculteurs...) a été abordée lors des discussions. Ainsi, un renforcement du réseau d'acteurs par une intensification des efforts de sensibilisation et d'engagement (lors d'ateliers ou de rencontres par exemple) pour partager les bonnes pratiques et les résultats de suivi pourrait être une amélioration face à ce problème.

DISCUSSION SUR L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE

La définition de l'objectif à long terme dans la gestion d'un milieu dans le contexte du changement climatique peut être à l'origine de nombreux questionnements. Doit-on viser la préservation de certaines espèces ou maintenir un état écologique global ? La question devient encore plus complexe lorsque certaines espèces menacées par le changement climatique ne parviennent plus à se maintenir dans l'habitat, et peuvent parfois soulever la question de la pertinence de l'aire protégée sans ces espèces. De plus, le gestionnaire peut se demander s'il convient de tenter de maintenir un état de référence historique afin de résister à l'évolution du milieu sous le changement climatique, ou s'il est plus judicieux d'accepter le changement et de réorienter les objectifs de gestion en fonction des nouvelles conditions climatiques. Ce dilemme entre protection des espèces et acceptation de l'évolution nécessite une réflexion approfondie dans les années à venir afin de définir les objectifs de gestion de ces milieux.

ANNEXES

LES PROTOCOLES DE SUIVI (🔗 p.43)

NIVEAU D'EAU, PIÉZOMÉTRIE (🔗 p.40)

[Exemple de suivi piézométrique \(Thomson Ecology\)](#)

[Suivi S3 Piézométrie \(OFB, PatriNat\)](#)

[Suivi Po3 Piézométrie LigéRO](#)

[Suivi Po3 Piézométrie RhoMÉO](#)

SUBSIDENCE, TURFIGÉNÈSE (🔗 p.40)

[Boîte à outil 1 - Turfigénèse \(OFB, PatriNat\)](#)

PÉDOLOGIE (🔗 p.41)

[Suivi S4 Profondeur et horizons du sol \(OFB, PatriNat\)](#)

[Suivis pédologiques RhoMeO](#)

[Suivi Po1 Pédologie LigéRO](#)

[Utilisation du LiDAR en tourbières \(Naturazoo\)](#)

AMPHIBIENS (🔗 p.42)

[Protocoles POPAmphibien et fiches terrain](#)

[Résultats POPAmphibien 2023 Normandie](#)

[Protocole POPAmphibien "Grenouille brune"](#)

[Boîte à outil 2 - Amphibiens \(OFB, PatriNat\)](#)

[Suivi Po7 Amphibiens LigéRO](#)

[Suivi Po7 Amphibiens RhoMÉO](#)

REPTILES (🔗 p.42)

[Protocoles POPReptile et fiche terrain \(SHF\)](#)

[Les serpents en Normandie \(LPO Normandie\)](#)

ODONATES (🔗 p.41)

[Protocole STELI \(MNHN\)](#)

[Fiche terrain STELI \(MNHN\)](#)

[Boîte à outil 3 - Odonates \(OFB, PatriNat\)](#)

[Suivi Po6 Odonates LigéRO](#)

[Suivi Po6 Odonates RhoMÉO](#)

VÉGÉTATION (🔗 p.42)

[Suivi S5 Cartographie des habitats, S7 Flore \(OFB, PatriNat\)](#)

[Suivi de végétation \(pages 68-71\)](#)

[Suivi Po2 Flore LigéRO](#)

[Suivi Po2 Amphibiens RhoMÉO](#)

[La canneberge](#)

MÉTÉO (🔗 p.42)

[Les températures, précipitations, phénomènes, et impacts passés et futurs en France métropolitaine et par région](#)

[Données météorologiques Météo France](#)

BOÎTES À OUTILS, LISTES D'INDICATEURS

[Liste d'indicateurs socles et boîtes à outils \(OFB, PatriNat\)](#)

[Présentation BAO MhéO \(CEN\)](#)

[Les 7 protocoles LigéRO \(Piézométrie, Pédologie, Etat trophique, 2 sur la flore, odonates, amphibiens\)](#)

-> MhéO Loire-Bretagne

[Boîte à outil complète RhoMÉO](#) -> MhéO Rhônes-Méditerranée-Corse

[5 protocoles RhoMÉO résumés \(Piézométrie, pédologie, flore, odonates, amphibiens\)](#)

RAPPORTS, ÉTUDES, PROGRAMMES

LE PROGRAMME SENTINELLES DU CLIMAT (🔗 p.37 ou 🔗 p.42)

[Le programme scientifique \(Sentinelles du climat\)](#)

[La déclinaison en Normandie \(Sentinelles du climat\)](#)

[Proposition d'indicateurs biologiques et préfiguration des protocoles de suivis en Normandie \(Sentinelles du climat\)](#)

[Bilan 2023](#)

LES INCENDIES (🔗 p.32)

[Infographie tourbières et incendies \(Fédération des CEN\)](#)

LES TOURBIÈRES BOISÉES

[Présentation du milieu \(INPN, MNHN\)](#)

LABEL BAS-CARBONE (🔗 p.43)

[Présentation du Label bas-carbone \(Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires\)](#)

[Pole tourbières](#)

LES LISTES ROUGES PAR TAXON EN NORMANDIE (🔗 p.37)

[Les reptiles \(OBHeN/URCPIE/ANBDD\)](#)

[Les amphibiens \(OBHeN/URCPIE/ANBDD\)](#)

[Les odonates \(CEN Normandie/GRETIA/ANBDD\)](#)

LE GIEC NORMAND

[Les synthèses des travaux du GIEC Normand \(Région Normandie/ANBDD\)](#)

BIBLIOGRAPHIE

- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. 2004. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. [Lien](#)
- Bensettiti F., Gaudillat V. Haury J. 2002. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides. Édition La Documentation française. 457p.
- Berquer A., Castelli M. 2022. Evaluation initiale des impacts du pâturage en tourbière - LifeAnthropofens - CEN Hauts-de-France. [Lien](#)
- Burkett V., Kusler J. 2007. Climate change : potential impacts and interactions in wetlands of the United States. *Jawra*. 36, 2, 313-320. [Lien](#)
- Clément H., Reich M., Mistarz M., Garcin J. 2020. Évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire. Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Version 1. UMS Patrinat - OFB/CNRS/MNHN. 183p. [Lien](#)
- CNPF Hauts-de-France Normandie. 2023. Tourbière forestière. Fiche technique pour la création et la restauration de milieux associés. [Lien](#)
- Convention sur les zones humides. 2021. Humidification et restauration des tourbières : lignes directrices mondiales. Rapport technique n°11. [Lien](#)
- Cubizolle H. 2019. Les tourbières et la tourbe.
- Dardillac A., Buchet J., Catteau E., Douville C., Duhamel F. 2019. Guide des végétations des zones humides de Normandie orientale. Conservatoire botanique de Bailleul. 624 pages. [Lien](#)
- Fenner N., Meadham J., Jones T., Hayes F., Freeman C. 2021. Effects of Climate Change on Peatland Reservoirs : A DOC Perspective. *Global Biogeochemical Cycles*. 35, 7. [Lien](#)
- Joosten H, Clarke D. 2002. Wise use of mires and peatlands. [Lien](#)
- Laggoun-Défarge F., Muller F. 2008. Les tourbières et leur rôle de stockage de carbone face aux changements climatiques. *Zones Humides Info*. [Lien](#)
- Marescaux Q. Lebrun J. Gaudin G. 2021. Plan régional d'actions en faveur des tourbières des Hauts-de-France 2022-2031. Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Agence de l'Eau Artois-Picardie, Agence de l'Eau Seine-Normandie, DREAL Hauts-de-France. [Lien](#)
- Ministère de l'Industrie et du Commerce. 1949. Les tourbières françaises.
- Parish F., Sirin A., Charman D., Joosten H., Minayeva T., Silvius M., Stringer L. 2008. Assessment on peatlands, biodiversity and climate change : main report. Global Environment Centre & Wetlands International. [Lien](#)
- Salimi S., Scholz M. 2021. Impact of future climate scenarios on peatland and constructed wetland water quality: A mesocosm experiment within climate chambers. *Journal of Environmental Management*. 289. [Lien](#)
- Tarnocai C. 2009. The impact of climate change on canadian peatlands. *Canadian Water Resources Journal*. Vol 34(4), 453-466 [Lien](#)
- Thébaud G., Roux C., Delecoigne A., Pétel G. 2012. Contribution à une révision des bas-marais acides d'Europe tempérée occidentale. *Phytocoenologia*, 42 (1-2), 67-98. [Lien](#)
- Wilson L., Wilson J., Holden J., Johnstone I., Armstrong A., Morris M. 2011. Ditch blocking, water chemistry and organic carbon flux: evidence that blanket bog restoration reduces soil erosion and fluvial carbon loss. *Science of the Total Environment*. 409, 2010-2018. [Lien](#)

CONTACTS

LES TOURBIÈRES

CPIE du Cotentin

Séverine STAUTH

PNR Boucles de la Seine Normandie

William BÉDUCHAUD

Clémentine CAMUS

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET

Johannic CHEVREAU

PNR Marais du Cotentin et du Bessin

Nicolas FILLOL

CEN Normandie

Clément-Blaise DUHAUT

ONF

Victor AVENAS

LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

PREEE Normandie (CEN Normandie)

Jean-François DUFAUX

LES SUIVIS FLORISTIQUES

CBN Normandie

Timothée PREY

Aurélien DARDILLAC

Julien BUCHET

CEN Normandie

Loïc BOULARD

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET

Johannic CHEVREAU

LES SUIVIS AMPHIBIENS & REPTILES

URCPIE / OBHeN

Anaïs JARDIN

Marius JOURDAIN

Mickaël BARRIOZ

PNR du Perche

Aurélien TRAN VAN LOC, Valentin VAUTRAIN

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET

Johannic CHEVREAU

LES SUIVIS ENTOMOLOGIQUES

CEN Normandie

Adrien SIMON

GRETIA

Loïc CHEREAU

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET

Johannic CHEVREAU

PNR du Perche

Valentin VAUTRAIN

LES SUIVIS ORNITHOLOGIQUES

GONm

James JEAN-BAPTISTE

PNR Normandie Maine

Joachim CHOLET

Johannic CHEVREAU

PNR du Perche

Valentin VAUTRAIN, Nina De Backer



L'Agence Normande

de la Biodiversité et

du Développement

Durable a pour

ambition de contribuer

à la reconquête de la

biodiversité normande. Pour cela, elle se positionne en facilitateur et mobilise des acteurs régionaux aux profils divers (collectivités, entreprises, gestionnaires d'espaces naturels, etc.).

Pour répondre à cette mission, l'agence normande de la biodiversité est structurée en 3 pôles :

- **Connaissance**, dont le but est de développer et partager la connaissance sur la biodiversité normande.

- **Reconquête**, en animant des réseaux d'acteurs et en favorisant l'émergence de projets.

- **Valorisation**, en produisant des médias permettant la généralisation des bonnes pratiques régionales.

GIP ANBDD, 115 boulevard de l'Europe, 76100 Rouen

ANBDD.FR

BIODIVERSITE.NORMANDIE.FR

PARTENAIRES ET FINANCEURS DE L'ANBDD

