

# ③ Les impacts et les risques

## liés au changement climatique

Tempête Eléonor à Asnelles (Calvados) en janvier 2018



Valérie Guyot / DREAL Normandie

### Plan du chapitre

- ▶ L'évolution des écosystèmes
- ▶ L'évolution des conditions de vie

### Rédacteurs

- ▶ François Beauvais, Frédéric Bizon, Catherine Bouttet, Olivier Cantat, Rémy Corget, Stéphane Costa, Romain Debray, Nathalie Desruelles, Laurent Dumont, Jean-Matthieu Farenc, Morgane Faure, Véronique Feeny-Féréol, Gwen Glaziou, Frédéric Gresselin, Sandrine Héricher, Jérôme Le Bouard, Albin Leduc, Romain Matton, Hélène Michaud, Nadine Tournaille, Mathilde Zooneyndt

## Pour en savoir +

**Le GIEC Normandie** travaille depuis 2019 sur le changement climatique et ses incidences dans la région.

Pour accéder à leurs travaux, vous pouvez consulter le site web de la Région Normandie.



<https://www.normandie.fr/GIEC-normand>

## Pour en savoir +

### L'outil Climate Adapt

L'outil de projection du niveau de la mer de la NASA permet aux utilisateurs de visualiser et de télécharger les données de projection du niveau de la mer à partir du 6<sup>e</sup> rapport d'évaluation du GIEC (AR6).

[climate-adapt.eea.europa.eu/fr/metadata/tools/sea-level-projection-tool](https://climate-adapt.eea.europa.eu/fr/metadata/tools/sea-level-projection-tool)

## Définitions

**L'élévation du niveau marin** est liée notamment à l'augmentation des températures qui provoquent:

- la fonte des glaciers et calottes glacières ;
- la dilatation thermique des océans.

Des études prospectives anticipent une élévation qui peut être très importante selon les scénarios.

## Définitions

### Enjeu, aléa et risque

**L'aléa ne devient un risque qu'en présence d'enjeux humains, économiques et environnementaux**

**Enjeu** : personnes, biens, activités susceptibles de subir les conséquences préjudiciables d'un évènement grave.

**Aléa** : évènement potentiellement dangereux.

**Risque** : croisement d'un aléa et d'un enjeu.



Source : ministère de l'Écologie

**Le changement climatique est notamment perçu, à notre échelle, à travers trois éléments majeurs :**

- l'élévation du niveau marin ;
- l'évolution des conditions climatiques générales avec l'élévation des températures ;
- l'augmentation de la fréquence des aléas climatiques (plus grande intensité des pluies, périodes de sécheresses plus intenses et plus longues, évolution des vents...).

**En Normandie, la comparaison des deux normales 1961-1990 et 1991-2020 montre une élévation des températures atmosphériques de 1,1 °C, cf. partie précédente), ce qui est considérable.** Cette évolution tend à s'accélérer. Elle a des conséquences sur l'équilibre des écosystèmes et, par conséquent, sur les activités humaines et la santé.

Les évolutions du climat accentuent les risques pour l'environnement et la santé humaine, voire en génèrent de nouveaux. De l'évolution des écosystèmes dépendront nos conditions de vie. Le littoral est fortement et directement touché, avec d'ores et déjà des implications perceptibles. Mais les conséquences du changement climatique sont mesurables dans tous les domaines : agriculture, industrie, habitat... Ces impacts concernent l'ensemble des activités humaines et affectent les paramètres de santé des habitants.



# L'évolution des écosystèmes

Sous l'influence du réchauffement climatique et des activités humaines, l'évolution actuelle des écosystèmes accroît fortement la vulnérabilité des populations. Si cette vulnérabilité est très perceptible avec l'élévation du niveau marin, elle s'accroît aussi à l'intérieur des terres et concerne l'ensemble des composantes de l'environnement : l'eau, la biodiversité, les sols...

## Les mutations du domaine marin

L'espace marin est soumis à de très fortes pressions directes et indirectes. Les premières sont liées à l'exploitation du milieu, comme la surpêche, l'extraction des granulats et la modification des fonds marins... Les pressions indirectes n'en sont pas moins impactantes. Avec les pluies et les vents, les pollutions terrestres circulent à travers les cours d'eau et se trouvent accumulées en milieu marin. Le changement climatique, en modifiant les conditions de vie et de répartition des espèces, accentue encore ce niveau de pression très important.

### L'élévation du niveau de la mer

A l'échelle mondiale, les travaux rassemblés par le GIEC montrent une hausse globale du niveau des mers. Cette élévation fut très faible ces 3 000 dernières années (environ 0,5 mm/an). Elle a connu une accélération au cours du XXI<sup>e</sup> siècle et serait de l'ordre de :

- 1,8 mm/an entre 1900 et 2009 ;
- 3,4 mm/an depuis 2009 (Cazenave et al., 2018).

Elle atteindrait 5 mm/an sur la période 2011-2018 (Zemp et al., 2019 ; Bamber et al., 2019).

En fonction des spécificités géographiques, l'élévation du niveau marin peut varier selon les territoires. En Normandie, cette élévation est, en moyenne, légèrement plus faible, mais atteindrait ces dernières années près de 3 mm/an d'après le GIEC normand. Elle aurait induit une hausse du niveau marin de 20 cm en 100 ans.

S'agissant du futur, de nombreuses incertitudes demeurent quant aux rythmes et à l'ampleur du phénomène. L'évolution dépendra notamment de notre capacité à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Selon le GIEC, l'élévation pourrait s'accroître pour atteindre +1,1 m à +1,8 m à l'horizon 2100, si nous ne pouvons maintenir le réchauffement climatique en dessous de +4 °C par rapport à l'ère pré-industrielle (1850). Or, les estimations du GIEC sont régulièrement revues à la hausse. Le SDAGE Seine-Normandie a pris comme référence une élévation de +1 mètre d'élévation d'ici 2050 sur toute la façade littorale de la Normandie, en tenant compte des événements extrêmes (Source : Agence de l'eau).

“  
*L'élévation marine pourrait atteindre entre 1,1 et 1,8 mètre, voire davantage, à l'horizon 2100.*  
 ”

### Définition

**Ecosystème** : ensemble constitué d'organismes vivants (biocénose) en interaction avec leur environnement physique (biotope) au sein d'un espace délimité.

Source : UICN

### Pour en savoir +

GIEC normand. *Pêche et aquaculture*. 29 pages. 2021.



Lien vers les ressources documentaires du GIEC normand :

<https://www.normandie.fr/giec-normand>

“  
En 15 ans, la  
température de  
la mer de la  
Manche s'est  
élevée de 1°C  
”

“  
L'acidification  
des eaux a déjà  
été constatée  
”

## Les modifications du milieu marin

Il est très difficile d'anticiper l'évolution des écosystèmes marins face au réchauffement climatique en raison de la pluralité des facteurs qui interviennent. Les risques d'impacts écologiques en réponse au changement climatique sont majeurs, irréversibles, non-linéaires, brutaux et très difficiles à prédire (Beaugrand et al, 2019). Le changement concerne de nombreux processus affectés de manière plus ou moins rapide. Ce niveau de complexité peut rendre difficile l'analyse des facteurs qui co-agissent dans le milieu naturel.

Le réseau "Océans Initiative 2015" a publié en 2015 une étude (cf. encadré), qui montre les risques d'impacts du changement climatique sur les écosystèmes marins et côtiers et sur les services écosystémiques rendus par les océans d'ici à 2100. Selon cette étude, la température de surface des océans pourrait augmenter de 0,7 à 2,7°C et le pH diminuer de -0,07 à -0,33 unités en 2100 par rapport à 2000. De nombreuses régions auront donc à faire face à des risques élevés bien avant 2100, même dans le cas d'une trajectoire d'émission bas carbone.

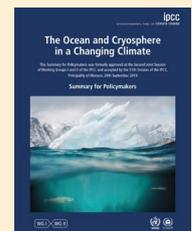
De manière générale, certains effets sont déjà détectés comme :

- l'acidification des eaux côtières normandes ;
- la hausse des températures ;
- la baisse des apports par les fleuves côtiers ;
- la baisse de la production primaire phytoplanctonique (Morelle et al, 2020) ;
- les changements morpho-sédimentaires avec un ensablement des estuaires (Lesourd et al, 2016), pour les plus visibles.

### Références

**Le rapport spécial du GIEC sur les océans et la cryosphère** montre que le réchauffement de l'eau et les bouleversements de la chimie de l'océan perturbent déjà les espèces à tous les niveaux du réseau alimentaire océanique, ce qui a des répercussions sur les écosystèmes marins et sur toutes les espèces qui en dépendent. Le réchauffement de l'océan réduit le brassage entre les différentes couches d'eau et diminue ainsi l'approvisionnement en oxygène et en nutriments nécessaire à la faune et à la flore marines. Si l'océan continue d'absorber du carbone jusqu'en 2100, il deviendra toujours plus acide. L'acidification des océans a d'innombrables impacts et notamment celui d'entraver les processus de calcification nécessaires à la création des « coquilles » ou exosquelettes. Le réchauffement et l'acidification des océans, la diminution de l'oxygène et les variations de nutriments ont déjà des répercussions sur la répartition et l'abondance de la faune et de la flore marines dans les zones côtières, en haute mer et dans les profondeurs marines. Les changements dans la répartition des populations de poissons ont réduit le potentiel de capture global. A l'avenir, ce potentiel diminuera encore dans certaines régions, en particulier les océans tropicaux, mais pourra augmenter dans d'autres, telles que l'Arctique. La santé nutritionnelle et la sécurité alimentaire des communautés qui dépendent fortement des produits de la mer peuvent s'en trouver menacées.

Source : [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)



**L'initiative Océans 2015** est coordonnée par les chercheurs français du centre national de la recherche scientifique (CNRS), de l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri) et de l'université Pierre-et-Marie-Curie

**Pour en savoir plus :** <https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/st0215.pdf>



Pour la biodiversité marine, il est ainsi constaté (source : OFB) :

- la modification des aires de répartition de certaines espèces ;
- des changements de comportement (ex : migrations plus précoces) ;
- des modifications de physiologie (fécondité, taux de croissance...).

La mer de la Manche, façade nord du littoral français, est particulièrement impactée par le changement global. La modification de l'environnement thermique, sédimentaire et l'acidification de l'eau de mer sont observées, avec l'accroissement de CO<sub>2</sub> (Source : GIEC normand). L'augmentation de la température de surface de l'eau de mer a été constatée, de manière significative, au large des côtes normandes : **en l'espace de 15 ans, la température moyenne annuelle a augmenté de 1°C** (Etude réalisée entre 2004 et 2019, source : GIEC normand, ultrasynthèse 2021 à partir des données Ifremer/RHLN - observatoire SOMLIT, 2020).

Ces changements ont des effets sur les organismes marins. L'acidification des eaux côtières du Calvados s'est traduite par une diminution du pH de 0,26 en 14 ans à Luc-sur-Mer. Il est passé au-dessous de la valeur de 8 en 2020 pour la première fois. Parmi la faune marine, les espèces vulnérables sont celles à test (exosquelette) carbonaté, nombreuses en Normandie, et en particulier les bivalves dont plusieurs espèces sont emblématiques sur ce territoire, car elles sont élevées en aquaculture marine (huître, moule commune) ou exploitées par la pêche (coquille Saint-Jacques, coque commune, praire, palourde, telline).

D'autres perturbations des écosystèmes côtiers normands sont attendues à plus long terme, notamment :

- des changements hydrodynamiques (vagues et courants) ;
- la perturbation encore plus importante de certains paramètres physiques (température de l'eau et de l'air...) ;
- l'apparition de maladies sur certaines espèces fragilisées par le réchauffement climatique ;
- l'apparition de nouvelles espèces dont certaines peuvent s'avérer invasives et/ou pathogènes ;
- des remontées locales de nappes phréatiques avec leur possible salinisation ;
- l'augmentation mécanique de la fréquence et de l'intensité des submersions de tempête (cf. encadré).

#### Bécasseaux sanderling (Manche)



Wilfried Robbe

## Références

Même dans l'hypothèse où la fréquence et l'intensité des tempêtes n'augmenteraient pas dans le futur, **l'élévation du niveau marin servira de tremplin aux vagues des futures tempêtes.**

Par exemple, avec +1 mètre d'élévation du niveau marin, les forts coefficients de marée de 110-113, qui apparaissent 3 à 4 fois annuellement, s'observeraient près de 60 fois par an (Costa, 2020, *in* GIEC Normand).

Ainsi, statistiquement le risque est beaucoup plus élevé de voir se combiner un haut niveau marin et une tempête, générant érosion côtière et submersion marine.

#### Lutte contre la submersion marine



Sandrine Robbe

## Repères

La Normandie dispose d'une très grande façade maritime.

**Le linéaire côtier normand a longtemps été estimé à 600 km.** Dans les années 2000, le Service hydrographique et océanographique de la Marine (Shom) et l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) ont réalisé un relevé du trait de côte au 1 : 25 000. Cette donnée se nomme « HistoLitt ». A cette échelle, la donnée de 2009 nous indiquait un trait de côte (sans les estuaires fluviaux) de 600 km.

Pour une meilleure précision, la « Limite Terre Mer » (LimTM) a été recalculée en y intégrant des données fines issues de relevés mesurés par LASER porté par avion (LIDAR), ainsi que les petites îles\*. Avec ces outils plus précis, **le linéaire côtier normand a été mesuré à 1 754 km** (pour un coefficient de marée de 120 aux conditions atmosphériques normales). La LimTM y précise tous les éléments naturels ou artificiels ainsi que leur nature (sable, roche, quai, enrochements, cales, etc.).

Source : DREAL Normandie

## Un littoral en évolution

Lors de ces dernières décennies, les activités humaines ont provoqué deux évolutions majeures sur le littoral.

D'une part, elles ont eu tendance à "figer" le trait de côte par des ouvrages de "protection", alors que le littoral est un milieu dynamique en perpétuelle évolution. D'autre part, elles ont favorisé l'augmentation de la valeur économique de cette frange côtière mobile. L'élévation actuelle du niveau marin accroît la fragilité du milieu ainsi que la vulnérabilité des personnes, des biens et des activités sur l'interface littorale.

### *Un milieu fragile où se sont concentrées de nombreuses activités humaines*

Le littoral est un milieu à la fois riche en biodiversité et extrêmement convoité par les activités humaines. Les secteurs économiques (industrie, activités portuaires, conchyliculture...) et touristiques s'y sont particulièrement développés ces dernières décennies.

Le littoral normand est parallèlement exposé à de multiples aléas. Les côtes sableuses sont affectées par le recul du trait de côte. Certains secteurs sont exposés à un risque de submersion marine. Les zones basses arrières-littorales de la Manche et du Calvados connaissent des inondations par remontée de nappes phréatiques. En Seine-Maritime et dans le Calvados, les côtes à falaises sont sujettes à des phénomènes d'effondrement. Les tempêtes et l'élévation du niveau des mers aggravent ces phénomènes. L'urbanisation et l'artificialisation croissantes de la bande côtière augmentent la vulnérabilité de ces espaces face aux risques d'érosion, de submersion marine, de salinisation des nappes et d'inondation.

L'élévation du niveau marin se fera sentir plusieurs dizaines de kilomètres à l'intérieur des terres : avec le blocage de l'écoulement des cours d'eau, il favorisera la fréquence et l'intensité des inondations en période de crue.

Effondrement de falaise à Fécamp (Seine-Maritime)



Fabrice Thérèse / Equipe drone / DREAL Normandie

## Une sensibilité accrue aux phénomènes d'érosion

La Normandie présente une gamme variée de côtes, naturelles ou artificielles. L'érosion est un phénomène naturel par lequel la mer gagne sur la partie terrestre, déplaçant la ligne de rivage vers l'intérieur des terres. D'après le GIEC normand, les deux tiers du littoral sont en érosion (Source : Indicateur national de l'érosion côtière, ministère de la Transition écologique et solidaire, Cerema, 2015). Dans le contexte de changement climatique, ce phénomène est accentué. Les zones les plus vulnérables sont les espaces actuellement proches du niveau actuel de pleines mers. L'érosion des côtes rocheuses peut s'accompagner de mouvements de terrain (chutes de blocs et glissements de terrain) dans certaines circonstances et de risques de submersion marine.

## Des phénomènes plus fréquents de submersion marine

Les submersions marines sont des « inondations épisodiques de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et marégraphiques sévères » (Garry et al, 1997). Il s'agit d'épisodes généralement nés de la conjonction de phénomènes extrêmes (dépression atmosphérique, vent, houle, pluie) et de forts coefficients de marée provoquant une importante surcote du plan d'eau (différence entre le niveau marin observé et le niveau prédit de la marée).

Le plus souvent, les risques de submersion marine sont influencés par la présence de digues, de simples levées de terre et, quand les enjeux urbains sont importants, par des enrochements et des infrastructures bétonnées. Lorsque de tels événements se produisent, l'évacuation des eaux se fait de manière naturelle (fossés, cours d'eau, nappes), à marée basse. Les exutoires des fleuves côtiers sont par ailleurs, pour bon nombre d'entre eux, sous contrôle de clapets ou de portes à flot qui empêchent la marée de pénétrer dans l'espace fluvial. Les submersions marines surviennent essentiellement lors des tempêtes de secteur ouest le long du littoral occidental de la Manche et de Seine-Maritime et de secteur nord-est le long des autres côtes. Il s'agit en général de phénomènes rares, impliquant des inondations de faible surface et de durée limitée. Les tempêtes de mars 2008 et février 2010 (Xynthia) ont rappelé cependant que certaines zones restent très fragiles malgré les investissements techniques et financiers réalisés.

La plupart des territoires vulnérables ont été progressivement gagnés sur le milieu marin par poldérisation, travaux hydrauliques, endiguement ou remblais. Ils sont pour l'essentiel dédiés à l'agriculture : pacage ou maraîchage. Certains d'entre eux sont cependant urbanisés et situés à des cotes altimétriques inférieures de plus d'un mètre à celle du niveau marin centennal. Ils peuvent ainsi présenter une forte vulnérabilité aux submersions si les systèmes de protection venaient à être déficients.

### Définitions

**L'érosion** est un phénomène par lequel la mer gagne sur la partie terrestre, déplaçant la ligne de rivage vers l'intérieur des terres.

**L'accrétion** constitue, à l'inverse, une extension de la zone terrestre sur l'espace marin par accumulation de sédiments.

### Pour en savoir +

Retrouvez les cartes interactives de la DREAL sur les risques littoraux



<https://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/les-cartes-interactives-a4661.html>

### Pour en savoir +

**Le Réseau d'observation du littoral de Normandie et des Hauts-de-France (ROLNHF)** approfondit et développe les connaissances scientifiques et techniques concernant les thèmes suivants :

- la mobilité de la bande côtière ;
- l'analyse des enjeux environnementaux et socio-économiques associés ;
- l'adaptation aux changements globaux affectant le littoral (et notamment le changement climatique).

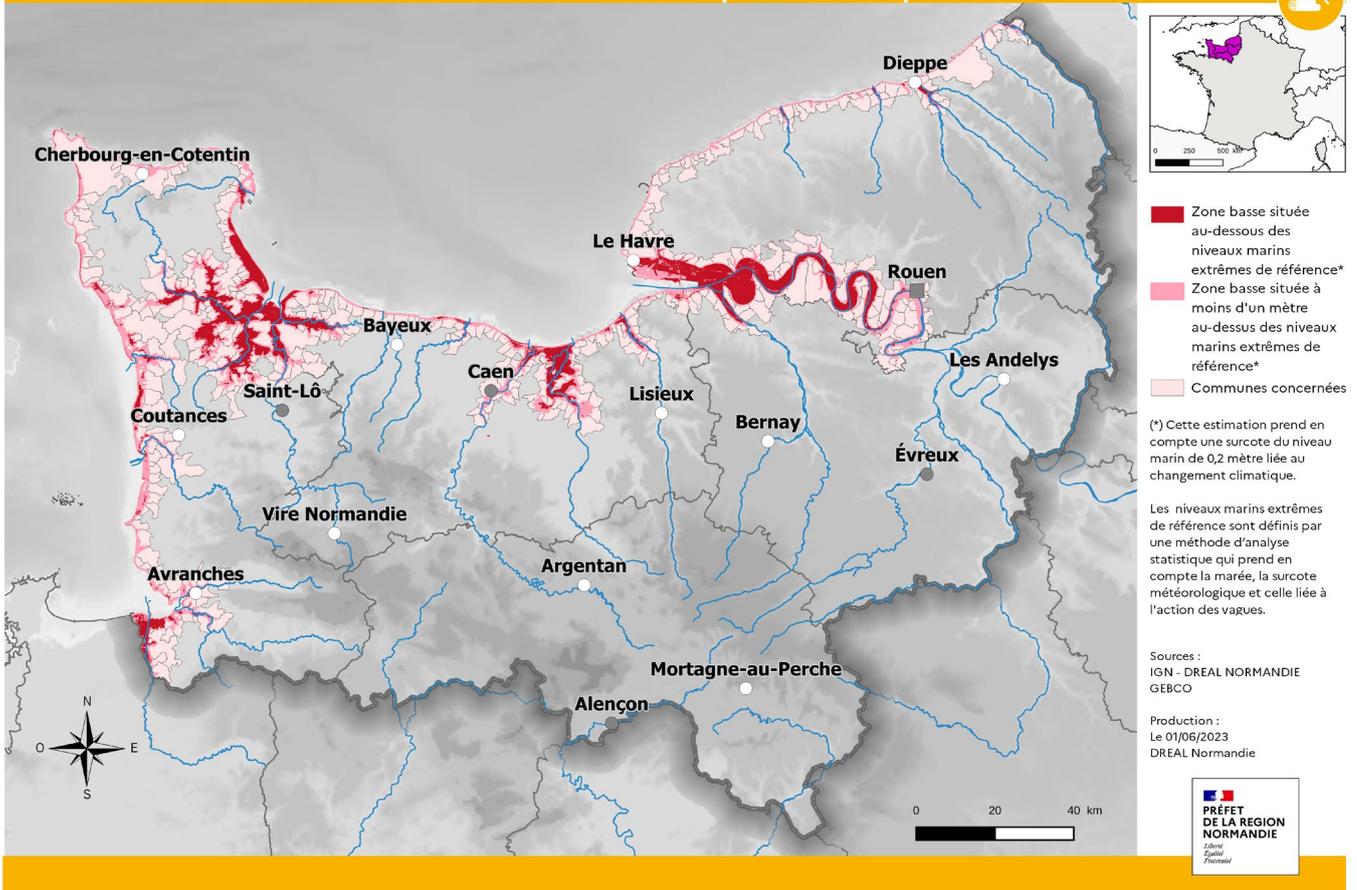
<https://www.rolnhdf.fr/>



Profil environnemental de Normandie - Evolution du trait de côte



Profil environnemental de Normandie - Les zones exposées au risque de submersion



Ainsi, le GIEC normand indique : « Les linéaires côtiers "fixés" par des ouvrages de défense longitudinaux ne pourront pas s'adapter par translation. Au droit des ouvrages, les plages vont disparaître, permettant l'accentuation des forces marines (houle) sur les ouvrages induisant une ruine prématurée de ces derniers, de possibles brèches et une accentuation des submersions de tempête. »

### Submersion marine



Wilfried Robbe

### Pour en savoir +

Insee Normandie. Plus de 100 000 résidents, logements et emplois concernés par le risque de submersion marine en Normandie.



<https://www.insee.fr/fr/statistiques/4989506>

### Repères

#### Le risque de submersion marine en Normandie

3,5 % de la superficie régionale est concernée par le risque de submersion (1 000 km<sup>2</sup>). Les territoires menacés sont classés selon trois niveaux :

- zones déjà susceptibles d'être impactées par un événement centennal (Zone potentiellement sous le niveau marin - ZPNM 0) ;
- zones surplombant le niveau marin de 0,5 m (ZPNM 0,5) ;
- zones surplombant le niveau marin de 1,1 m (ZPNM 1,1).

Sont concernés par le risque submersion en Normandie :

- 428 communes ;
- 122 000 habitants ;
- 111 000 logements ;
- 120 000 emplois salariés ;
- 16 000 établissements ;
- 5 600 exploitations agricoles (cultures et bâtiments...).

Source : DREAL

#### L'étude « Rivages normands 2100 »

- **Objet :**
  - ▶ modéliser les effets du changement climatique sur les inondations par remontées de nappes phréatiques et sur la migration du biseau salé sur la bande arrière-littorale normande ;
  - ▶ analyser les impacts socio-économiques.
- **Démarrage :** lancement technique le 16 janvier 2019
- **Budget prévisionnel de 1 M€**
- **5 territoires pilotes :** Ouistreham et estuaire de l'Orne, Marais de Carentan, Havre de Barneville, Havre de Saint-Germain-sur-Ay et Montmartin-sur-Mer/Bréville-sur-Mer
- **Partenaires :** DREAL, Université de Rennes, Agence de l'eau, collectivités locales de la Manche et du Calvados

“ Des plages vont disparaître ”

## Des débordements de cours d'eau et des remontées de nappes phréatiques plus fréquents

Avec les évolutions climatiques et l'augmentation des aléas, les risques d'inondation augmentent, en particulier le long des côtes basses de Normandie. En effet, dans ces espaces, le niveau marin impacte la capacité d'écoulement des fleuves, marais et nappes d'eau souterraines. L'élévation progressive de la mer entraîne notamment une surélévation du niveau des nappes. Toutes les installations en zone littorale et dans les lits majeurs des cours d'eau sont susceptibles d'être affectées. Aujourd'hui, en Normandie, plus de 100 000 constructions, dont 50 000 bâtiments résidentiels, sont situées sous le niveau marin centennal (Source : DREAL, 2019). Les enjeux agricoles dans ces espaces sont également importants.

### Pour en savoir +

GIEC Normandie.  
**Systèmes côtiers : risques naturels et restauration des écosystèmes.**

S. Costa,  
J. Deloffre, JP Lacoste,  
R. Leymarie, B. Laignel. 2020.  
25 pages.

<https://drive.google.com/file/d/19zHgvXTMFLDMI62MXyv-encSpZwau81N/view>



### Dives-sur-Mer (Calvados)



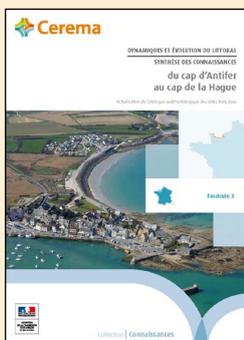
Fabrice Parais / DREAL Normandie

### Pour en savoir +

## La collection « Dynamiques et évolutions du littoral » du Cerema

Cette collection présente à travers des livrets synthétiques par région l'état des connaissances sur l'évolution du littoral de France métropolitaine et d'outre-mer.

Elle est réalisée par des groupes de travail pluridisciplinaires et le Cerema en assure la coordination. L'objectif de cette collection est d'étudier les points essentiels qui permettent d'expliquer l'évolution du littoral français. Elle comprend ainsi dix fascicules métropolitains et sept fascicules ultramarins correspondant aux « provinces sédimentaires françaises » ainsi qu'un fascicule de synthèse nationale.



Collectif coordonné par le Cerema. *Dynamiques et évolution du littoral : du cap d'Antifer au cap de la Hague.* 609 pages. 2019.



Collectif coordonné par le Cerema. *Dynamiques et évolution du littoral : synthèse des connaissances de la Hague à la pointe de Corsen.* 273 pages. 2021.



<https://www.cerema.fr/fr/actualites/dynamiques-evolutions-du-littoral-synthese-connaissances-0>

# L'eau, une ressource très impactée

Avec les évolutions climatiques, la ressource en eau, vitale pour les écosystèmes, l'alimentation et la santé humaine, est fortement impactée.

## La raréfaction de la ressource en eau

Les écosystèmes et les activités humaines sont confrontés à une raréfaction de la ressource en eau qui risque de s'amplifier.

Les études réalisées par les agences de l'eau, anticipent, à l'horizon 2070-2100, une raréfaction des ressources en eau : de 10 % à 50 % de débit d'étiage en moins pour les grands fleuves français et de 10 % à 30 % pour la recharge des nappes d'eau souterraine.

Depuis 2017, on a observé en quelques années la survenue de plusieurs été chauds et secs avec des conséquences significatives sur la gestion de l'eau. En 2019 et 2022, les cinq départements normands ont été concernés par des arrêtés préfectoraux imposant des restrictions d'eau.

L'année 2022 a été la plus marquante, avec des débits exceptionnellement faibles durant l'été sur les cours d'eau de la partie armoricaine. Le déficit en eau souterraine s'est fait ressentir jusqu'à l'automne 2023 dans certains secteurs : des valeurs anormalement basses, voire historiques, ont été enregistrées. Les chutes des niveaux de nappes d'eau souterraine en période d'irrigation montrent leur surexploitation. Certains gestionnaires d'eau potable ont rencontré des difficultés d'approvisionnement. Cette séquence 2022-2023 rejoint l'été 1976, les séquences pluriannuelles 1990-1991-1992 et 1996-1997 ainsi que l'été 2003 dans la liste des étiages les plus sévères depuis 50 ans.

S'il est difficile actuellement d'attribuer directement la sévérité de l'étiage 2022 aux effets du changement climatique, la possible répétition dans les années à venir de situations similaires ou encore plus sèches pourrait apporter des éléments de réponse.

La ressource en eau est inégalement répartie sur le territoire. Sur certains secteurs, l'eau disponible est inférieure aux besoins de la population, en raison d'un contexte géographique spécifique et/ou du poids démographique. Cette situation correspond aux secteurs identifiés comme "Zones de répartition des eaux" (ZRE). Le classement en ZRE constitue un signal fort de reconnaissance du déséquilibre durablement installé entre la ressource et les prélèvements en eau existants. Actuellement, la Normandie est concernée par trois ZRE.

### Pour en savoir +

Le contexte de la ressource en eau en Normandie



<https://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/le-contexte-de-la-ressource-en-eau-en-normandie-a3806.html>

### Définitions

**Débit d'étiage :** débit minimum d'un cours d'eau calculé sur un pas de temps donné en période de basses eaux. Ainsi on parle de : "débit d'étiage journalier", "débit d'étiage mensuel"...

### Pour en savoir +



GIEC normand.  
*L'eau : disponibilité, qualité, risques naturels.*  
Ultrasynthèse  
12 pages. 2021.

GIEC normand.  
*L'eau : disponibilité, qualité, risques naturels.* 28 pages. 2021  
<https://www.normandie.fr/giec-normand>



Benoît Malbaux

Profil environnemental de Normandie - Les zones de répartition des eaux



L'Odon (Calvados)



Séverine Bernard

Au cours des prochaines décennies, les projections climatiques traduisent :

- une augmentation de l'évaporation et de l'évapotranspiration en raison de l'augmentation des températures ;
- une baisse des précipitations efficaces ;
- une aggravation des sécheresses météorologiques (pluies) et agricoles (baisse de l'humidité des sols pendant l'été).

Ces tendances renforceront la demande estivale en eau ce qui générera des tensions accrues sur les usages de l'eau. Une gestion collective de ces évolutions est à anticiper.

A ce jour, les différentes évolutions projetées des effets du changement climatique sur la ressource en eau dans les cours d'eau et dans les nappes normandes sont en revanche globalement plus nuancées.

L'eau disponible dans les rivières et dans les nappes est en effet le résultat complexe des pluies tombées les derniers jours, comme des derniers mois voire des dernières années, et de leurs interactions avec les sols et les sous-sols dans lesquels elles pénètrent. Or, certains scénarios d'évolution climatique pour la Normandie tendent vers davantage de pluies en période hivernale, ce qui aurait pour conséquence une recharge plus importante des nappes. Les évolutions pour notre région sont donc assez difficiles à anticiper actuellement.

Dans certains territoires, selon la nature de leur sous-sol, les débits d'étiage des cours d'eau pourraient se maintenir aux niveaux actuels malgré les températures estivales plus élevées, voire, pour certains secteurs et dans certains scénarios climatiques, légèrement augmenter.

Dans d'autres secteurs en revanche, où la géologie ne permet qu'un faible soutien naturel des débits estivaux des cours d'eau par les nappes, l'évolution des débits d'étiage ira selon toute vraisemblance à la baisse, quel que soit le scénario climatique (Source : DREAL).

Des études sont en cours sur différentes parties du territoire normand pour aider les collectivités :

- à comprendre vers quel scénario d'évolution de la ressource ces territoires se dirigent ;
- à définir les solutions à mettre en place pour s'adapter à cette situation future.

Enfin, dans la mesure où le bassin versant de la Seine concerne une grande partie de la Normandie, même s'il dépasse largement son périmètre, on peut citer les projections le concernant à l'horizon 2100.

Elles annoncent une réduction des débits moyens des cours d'eau du bassin de la Seine :

- de l'ordre de 10 % à 30 % et de la Seine elle-même à son entrée en Normandie à Poses ;
- de 29 % (à ± 14 %) par rapport au débit moyen actuel (soit une baisse de 140 m<sup>3</sup>/s, à ± 50 m<sup>3</sup>/s ; source : GIEC normand. *L'eau : disponibilité, qualité risques naturels*. 28 pages. 2021).

La fréquence et la durée des épisodes de canicule et de sécheresse devraient augmenter, ce qui renforcera la demande en eau et provoquera des conflits d'usage beaucoup plus grands. Une gestion collective de ces évolutions est à anticiper.

### L'agriculture, une activité très dépendante des conditions météorologiques



Patrick le Gouée

## Repères

**Les niveaux d'eau disponibles** sont mesurés en permanence dans des stations de mesures automatisées qui alimentent les bases de données spécifiques. Lorsque des seuils préalablement définis sont dépassés, les préfets peuvent prendre des mesures de limitation ou de suspension des usages de l'eau.

**Les seuils entraînant des mesures de restriction d'eau** sont définis à travers un « arrêté cadre » pris localement par chaque préfet. Lorsque l'arrêté est général et collectif, l'article R. 211-70 du code de l'environnement impose une publication au recueil administratif sur le site internet des services de l'Etat dans les départements concernés pendant toute la période de restriction. L'arrêté est également adressé au maire de chaque commune concernée pour affichage en mairie.

**Tous les mois, un « bulletin de situation hydrologique »** est publié dans chaque région ou bassin par les DREAL.



Ce bulletin est consultable ici : <https://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/les-bulletins-de-situation-hydrologique-r1546.html>

Pour s'informer en période de restrictions d'eau et de sécheresse : [vigieau.gouv.fr](https://vigieau.gouv.fr)



Les restrictions peuvent varier en fonction de l'eau que vous consommez

Repères

L'étude sur la salinisation des aquifères dans les départements du Calvados et de la Manche

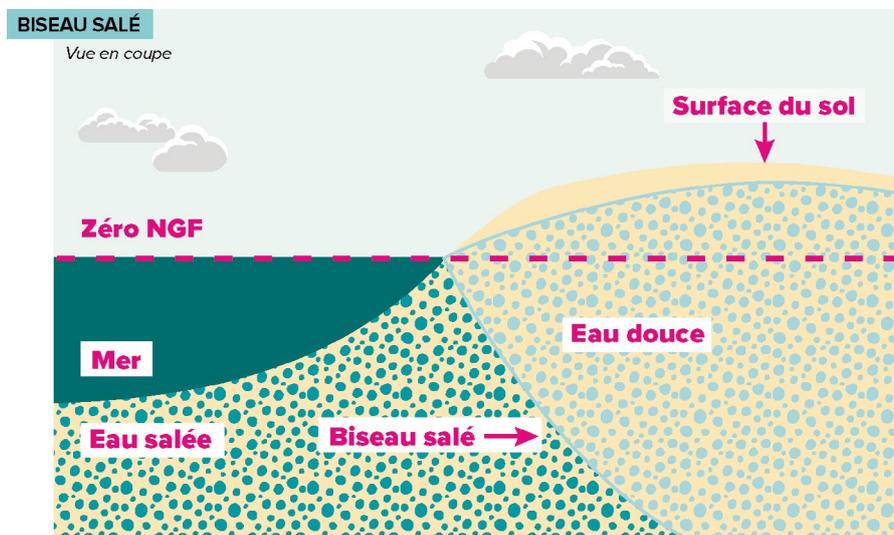
Dans le département de la Manche, les aquifères dunaires s'étalant le long de la côte ouest, de Granville à Flamanville, sont vulnérables au phénomène de biseau salé. Pour suivre ces évolutions, il est envisagé d'installer un réseau de suivi des intrusions salines dans les marais du Cotentin.

Un modèle hydrodynamique a été utilisé sur les côtes du Calvados, afin de simuler l'évolution des niveaux des aquifères côtiers et des flux sortants en mer en faisant varier l'élévation du niveau de la mer et les variables climatiques. Les résultats montrent que les basses vallées de l'Aure, de la Dives et de l'Orne sont des secteurs très vulnérables aux intrusions salines. L'élévation du niveau marin et l'augmentation des températures risquent d'entraîner une diminution notable des débits sortant en mer dans ces secteurs, ce qui favoriserait la pénétration du biseau salé. Dans un scénario pessimiste à l'horizon 2050-2070, l'avancée du biseau salé pourrait même atteindre plusieurs kilomètres dans ces basses vallées, tandis qu'elle ne dépasserait pas quelques centaines de mètres en dehors.

**Partenaires de l'étude :**  
AESN, DREAL, DDTM50, DDTM14, ARS 14 et ARS 50, SILEBAN, Caen la Mer, SDeau 50, PNR MCB, Caen Normandie Métropole, conseils départementaux du Calvados et de la Manche.

Sources : BRGM et DREAL, 2023

Le déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres



Source et infographie : BRGM

<https://sigesbre.brgm.fr/Qu-est-ce-que-le-biseau-sale.html>

Le long du littoral, l'intrusion d'eau salée dans les nappes d'eau souterraine prend la forme d'un biseau, d'où son surnom de « biseau salé ». Ce phénomène naturel est défini comme le déplacement et le maintien d'eau salée dans une nappe d'eau douce. L'intensité de l'intrusion peut être amplifiée par des prélèvements d'eau souterraine, accrus sous la pression touristique par exemple, ou encore par une élévation du niveau marin dans un contexte de changement climatique. Le rapport Jouzel « *Changement climatique et niveau de la mer* » de mars 2015 précise qu'avec une remontée océanique de 2 m, le biseau salé pourrait se déplacer de manière notable à l'intérieur des terres.

Les intrusions salines ont des conséquences sur l'alimentation en eau potable et sur les milieux naturels. Préciser les évolutions à venir devient donc nécessaire pour adapter les infrastructures humaines. En 2011, le BRGM a établi une première carte de vulnérabilité des aquifères côtiers à l'échelle de la France métropolitaine, mettant en évidence les zones les plus concernées. L'étude réalisée dans les départements de la Manche et du Calvados confirme le besoin de mettre en place des investigations complémentaires avec un dispositif de surveillance adapté pour répondre aux exigences réglementaires. L'analyse des données a montré que certains secteurs sont vulnérables voire très vulnérables aux intrusions salines (cf. encadré). Le GIEC normand a souligné la sensibilité particulière du littoral normand à ce type de phénomène complexe avec une pénétration qui pourrait atteindre entre 100 m et 1 000 m à l'intérieur des terres du Calvados et jusqu'à 3 500 m en suivant l'axe de certaines vallées côtières, à l'horizon 2100.

## L'augmentation des phénomènes de sécheresse

Avec le changement climatique, les sécheresses sont de plus en plus récurrentes. La sécheresse est un épisode de manque d'eau plus ou moins long, mais suffisant, pour que les sols et la flore soient affectés. Elle peut résulter d'un manque de pluie, quand la quantité d'eau est nettement inférieure aux normales saisonnières sur une période prolongée. Les épisodes de sécheresse peuvent être aussi le résultat d'une utilisation trop intensive ou inadaptée de l'eau disponible.

Lorsque le manque de pluie survient en automne ou en hiver, il limite le bon remplissage des nappes phréatiques (ou « réserves » d'eau) qui s'effectue à cette période de l'année. Au delà du mois d'avril, l'eau de pluie est essentiellement absorbée par les plantes, en pleine croissance, ou s'évapore à cause de la chaleur.

Trois grands types de sécheresses se distinguent :

- la sécheresse météorologique provoquée par un manque de pluie ;
- la sécheresse agricole causée par un manque d'eau dans les sols et qui nuit au développement de la végétation ;
- la sécheresse hydrologique lorsque les lacs, rivières, cours d'eau ou nappes souterraines ont des niveaux anormalement bas.

Pour en savoir +

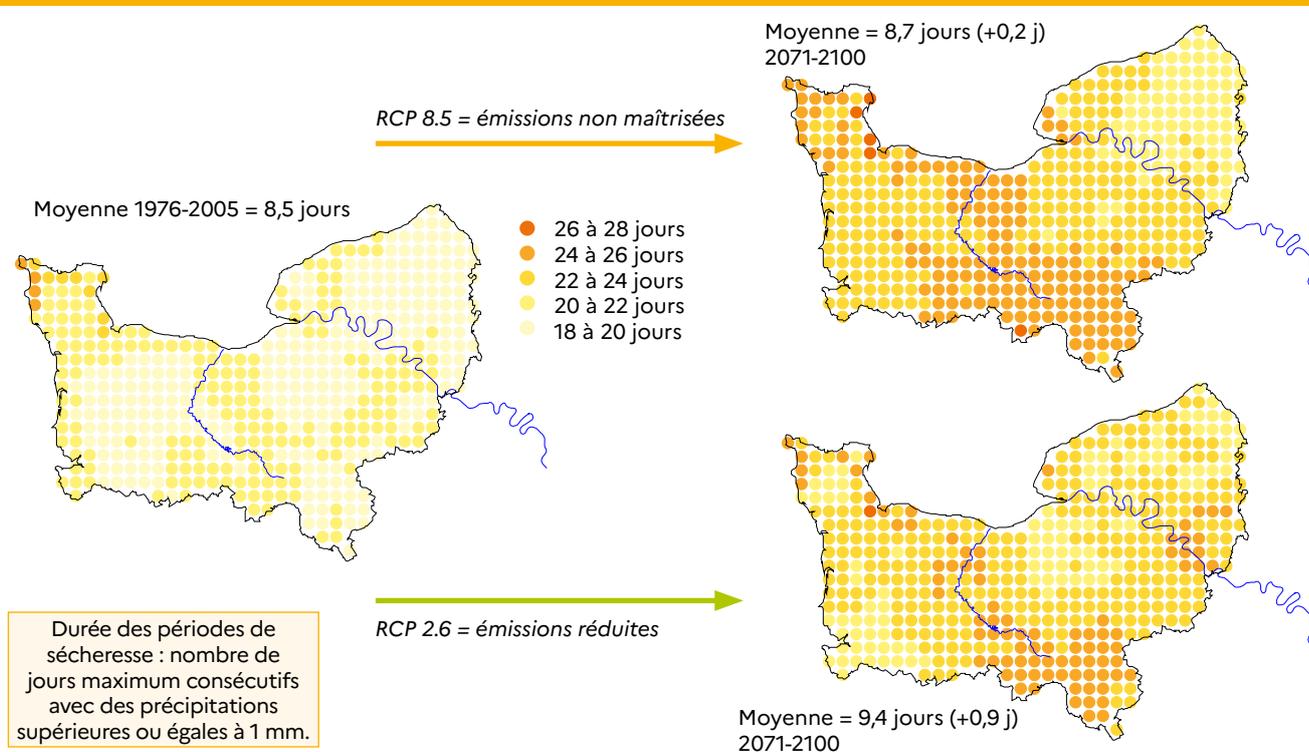
Eau et changement climatique : agir pour ne pas subir. Recommandations à l'attention des élus et des décideurs économiques. 7 pages. Novembre 2018.

Source : Agences de l'eau et comités de bassin.



### Le changement climatique en Normandie à l'horizon 2100

Comparaison de la durée des périodes de sécheresse météorologique



Travail réalisé pour le Profil environnemental Normandie et coordonné par la DREAL

Origine : DRIAS-CLIMAT ; Production : Eurocordex 2020

Modèle : CNRM-ALADIN63 - CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 (RCM - GCM)

Période de référence 1976-2005 ; projections sur la période 2071-2100 (horizon lointain) pour 2 scénarios RCP (2.6 et 8.5)

Réalisation : Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, IDEES Caen Géophen, UMR 6266 CNRS, 2022



Inondations du 12 mai 2024 à Saint-Martin-de-la-Lieue (14), à proximité de Lisieux, suite à une crue très rapide du ruisseau de la Martinière provoquée par des pluies orageuses.



Préfecture de Normandie

Pour faire face à ces périodes de sécheresse ou de crises, les préfets s'attachent à travers l'"arrêté cadre" à prendre des mesures exceptionnelles, graduelles et temporaires de limitation ou de suspension des usages de l'eau non prioritaires pour les particuliers et les professionnels, selon 4 niveaux de gravité ou seuils : vigilance, alerte, alerte renforcée, crise.

## L'intensification des pluies et les phénomènes d'inondation et de ruissellement

Les projections climatiques indiquent un risque d'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de fortes pluies, à l'origine de désordres importants liés aux inondations et au ruissellement, aussi bien en zone urbanisée que rurale. Les territoires de Normandie sont sensibles à ce type de risque. Des crues torrentielles sont déjà survenues dans les régions du Havre, de Cherbourg et dans le Pays d'Auge (Lisieux, Trouville-sur-Mer...). Les coulées de boue sont fréquentes en Pays de Caux.

### Profil environnemental Normandie - Les zones exposées aux risques inondation et submersion



Les phénomènes de ruissellement sont accentués par :

- l'imperméabilisation des sols en zones urbaines ou péri-urbaines qui empêche l'infiltration des eaux de pluie. Les territoires de Normandie sont sensibles à ce type de risque. Des crues torrentielles sont déjà survenues dans les régions du Havre, de Cherbourg et dans le Pays d'Auge (Lisieux, Trouville-sur-Mer...). Les coulées de boue sont fréquentes en Pays de Caux ;
- certains modes de culture en zone agricole qui renforcent les risques de formation de croûtes de battance (absence d'obstacles tels que les haies, périodes de sols nus, travail du sol affiné...). Les arrachages de haies, les labours dans le sens de la pente et les retournements des prairies participent à ces phénomènes.

## La dégradation de la qualité de l'eau

La qualité des milieux aquatiques est liée à certains paramètres tels que :

- la circulation de l'eau et sa répartition dans les écosystèmes ;
- la température de l'eau qui conditionne la biodiversité naturelle ;
- la présence de polluants biologiques, physiques et chimiques ;
- leurs capacités de résilience.

Ces éléments dépendent également des situations météorologiques et climatiques. Avec l'augmentation de la température et la diminution des volumes d'eau, les capacités de dilution des polluants diminuent. Sans réduction importante des rejets de pollutions, les milieux aquatiques concentreront davantage de polluants et seront davantage fragilisés. En période de sécheresse, la diminution des débits et les étiages sévères entraînent notamment une sur-concentration de polluants et donc une forte dégradation des milieux. Lors de précipitations intenses, les phénomènes de turbidité et de transfert de particules de pollutions sont accentués. Ces phénomènes sont déjà observés dans la région avec l'augmentation de la turbidité de l'eau suite à des épisodes pluvieux et l'engouffrement rapide de l'eau de surface vers la nappe à la faveur de bêttoires, par exemple (zone naturelle de communication directe entre la surface et le réseau souterrain). Or, la qualité de l'eau brute prélevée pour l'eau potable est notamment sensible aux précipitations et aux ruissellements de surface.

Par ailleurs, de nombreuses interventions sur les milieux naturels accentuent les phénomènes de pollution par la suppression de leurs capacités d'épuration.

Toute suppression de zone humide, de méandre de cours d'eau a des impacts sur leurs fonctionnalités naturelles. Les zones humides sont des espaces d'épuration, de dénitrification et de stockage de l'eau. De même, les méandres des cours d'eau permettent d'améliorer la qualité du milieu en développant sa capacité d'épuration naturelle. Les nombreuses opérations passées de recalibrage de cours d'eau ont mis à mal le bon fonctionnement des milieux naturels aquatiques et ont ainsi réduit leur capacité épuratoire. Parallèlement, l'augmentation de la température de l'eau, avec le changement climatique et les activités humaines, modifie les conditions de la vie aquatique, en diminuant l'oxygénation des milieux.

### Repères

Le ministère de la Santé considère que **l'eau de pluie n'est pas suffisamment qualitative pour être considérée comme potable.**

La direction générale de la santé a présenté son expertise dans un communiqué formulé en 2008 : « *l'eau de pluie présente une contamination microbiologique et chimique supérieure aux limites de qualité retenues pour l'eau potable distribuée par le réseau public* ».

Source : ministère de la Santé

### Pour en savoir +

La cartographie dynamique les données de qualité des eaux peut être suivie à partir de l'application « **Neurmandie** ». Les bases de données nationales et gratuites ADES (eaux souterraines) et Naïades (eaux superficielles) alimentent cette application. Cet outil est consultable à l'adresse suivante :



<https://ssm-ecologie.shinyapps.io/Neurmandie/>

Source : DREAL Normandie

## Repères

### Taux d'espèces menacées parmi les espèces évaluées

Au niveau international : 28 %  
Au niveau national : 17,6 %  
Au niveau régional : 21 %

#### Amphibiens

- Au niveau international : 41 %
- En France : 23 %
- En Normandie : 55 %

#### Oiseaux

- Au niveau international : 14 %
- En France : 32 %

#### Mammifères

- Au niveau international : 26 %
- En France : 14 %
- En Normandie : 21 %

Sources : IUCN, INPN et ANBDD

## Pour en savoir +

### L'état des lieux régional des connaissances de la biodiversité en Normandie



<https://www.anbdd.fr/res-sources-et-medias/publications/?pole=especes-habitats&thematique=publication>

## Repères

Environ **2 millions d'espèces différentes ont été décrites sur notre planète.**

Les spécialistes estiment qu'il existe environ 20 millions d'espèces présentes sur terre. Chaque année, environ 15 000 espèces nouvelles sont décrites. Le travail de recensement est loin d'être terminé. En France (métropole et outre-mer), plus de 202 000 espèces sont répertoriées, ce qui correspond à une toute petite proportion du nombre réel d'espèces effectivement présentes.

Actuellement, **le rythme de disparition des espèces est considéré comme 100 à 1 000 fois supérieur au taux naturel d'extinction.**

Certains scientifiques considèrent qu'une sixième extinction de masse des espèces est en cours. La dernière extinction est celle des dinosaures, il y a 65 millions d'années. Mais la crise actuelle est beaucoup plus rapide. L'extinction des dinosaures s'est, quant à elle, étalée sur plusieurs centaines de milliers d'années.

Sources : INPN, IUCN et ministère de la transition écologique, 2023.

## L'effondrement de la biodiversité

Le changement climatique est une cause majeure d'effondrement de la biodiversité, qui s'ajoute aux nombreuses autres pressions exercées par les activités humaines.

Or, les êtres humains font partie intégrante de la biodiversité. Leur développement s'est appuyé sur l'ensemble des services rendus naturellement par la faune, la flore et les milieux naturels. L'effondrement de la biodiversité met en danger leurs propres conditions de subsistance.

### Une tendance globale à l'effondrement de la biodiversité

Les activités humaines provoquent l'extinction globale un très grand nombre d'espèces (cf. encadrés).

De très nombreux milieux naturels sont également fragilisés ou détruits par les activités humaine. 2 133 hectares de surfaces naturelles, agricoles ou forestières sont artificialisés chaque année en Normandie, ce qui correspond, en surface, à l'équivalent, d'environ un terrain de football toutes les quatre heures. Ce sont autant de milieux naturels et agricoles qui disparaissent (Source : ANBDD, données 2018).

Les données concernant la biodiversité de la région sont suivies par l'observatoire de la biodiversité de Normandie, avec la participation d'un grand nombre d'acteurs, notamment les associations naturalistes.

Ainsi, un état des lieux régional des connaissances a pu être dressé grâce à l'expertise de plusieurs structures naturalistes régionales de référence :

- pour plusieurs groupes d'espèces de vertébrés (oiseaux, mammifères, amphibiens, reptiles, poissons d'eau douce...);
- pour des groupes d'invertébrés (papillons de jour, criquets sauterelles, libellules...);
- ainsi que pour la flore.

L'Agence normande de la biodiversité et du développement durable coordonne, diffuse et valorise ces travaux.

Au regard des capacités limitées d'observation, il n'est pas possible de réaliser un état des lieux exhaustif global. La biodiversité régionale s'évalue à partir d'indicateurs spécifiques et d'échantillons considérés comme représentatifs.

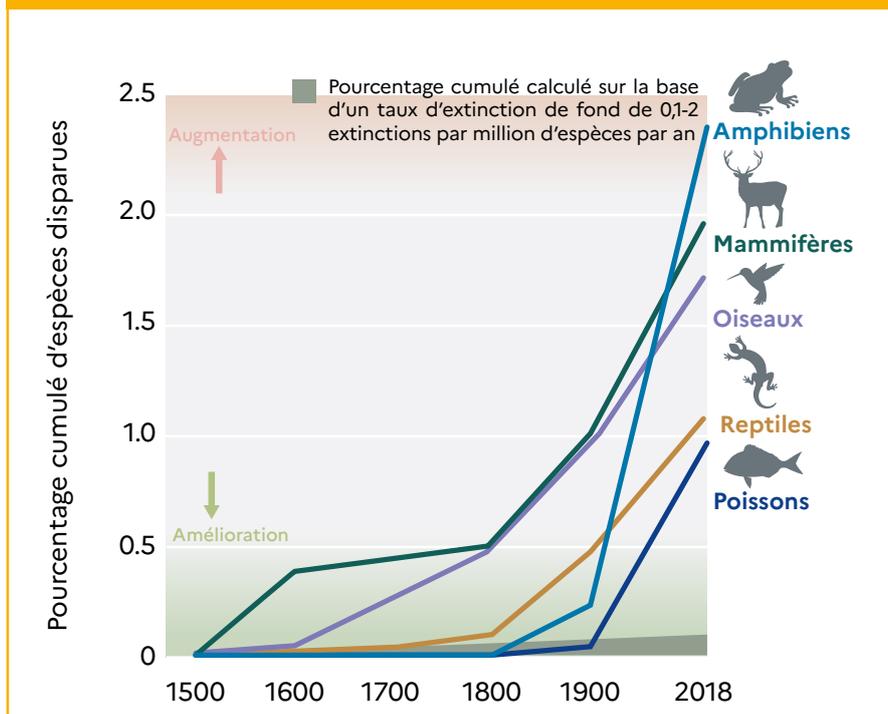
A titre d'illustration, les amphibiens (grenouilles, crapauds, tritons et salamandres) peuvent être considérés comme de précieux indicateurs de la qualité des milieux naturels. Leur mode de vie nécessite une eau de bonne qualité et leur faible capacité de déplacement les rend très sensibles aux changements climatiques. En Normandie, 18 espèces sont actuellement recensées. Cependant, 21 % des populations d'amphibiens ont disparu au cours des 10 dernières années dans la région.

## Définitions

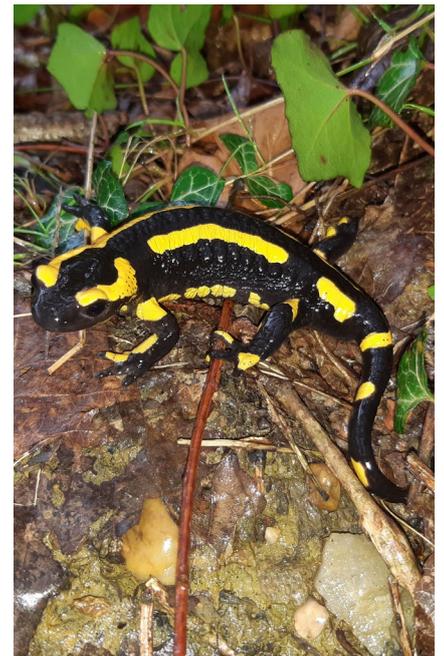
Un **indicateur de biodiversité** est une mesure, généralement quantitative, qui peut être utilisée pour illustrer et faire connaître de façon simple des phénomènes complexes relatifs à la biodiversité, y compris des tendances et des progrès dans le temps. Il peut prendre différentes formes (cartes, graphiques, chiffres...) et se décliner à plusieurs échelles (mondiale, européenne, nationale, régionale...).

## Extinction des espèces depuis le XV<sup>e</sup> siècle dans le monde

Source : Union internationale de conservation de la nature (UICN)  
Réalisation : DREAL Normandie



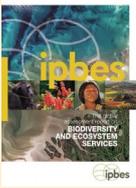
Salamandre tachetée  
(*Salamandra salamandra*)



Boris Alexandre

A ce jour, six groupes d'espèces présentes en Normandie ont fait l'objet d'une évaluation pour l'élaboration de listes rouges régionales : les Orthoptères (criquets et sauterelles), les Rhopalocères et zygènes (papillons de jour), les Odonates (libellules), les Amphibiens, les Reptiles et les Mammifères (source : ANBDD).

Pour en savoir +



Rapport de l'IPBES, 2019 : Evaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques.

[www.ipbes.net/global-assessment](http://www.ipbes.net/global-assessment)

Site de l'Agence normande de la biodiversité et du développement durable (ANBDD)



<https://www.anbdd.fr/biodiversite/connaissance/listes-despeces-et-listes-rouges/>

La biodiversité de Normandie : quelques publications récentes de l'ANBDD



Les indicateurs normands de la biodiversité :

<https://www.anbdd.fr/biodiversite/connaissance/les-indicateurs-normands-de-la-biodiversite/>



ESPÈCES MENACÉES EN NORMANDIE

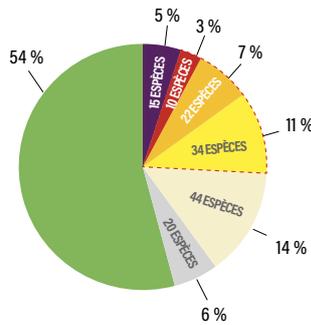
BILAN 2022



Consultez les Listes rouges régionales et notre site internet

À ce jour, 6 groupes taxonomiques ont été évalués en Normandie. Le résultat alimente nos Listes Rouges présentées synthétiquement ici.

66 espèces menacées sur 322 évaluées



20 espèces n'ont pas pu être évaluées faute de données suffisantes, soit 6 % des espèces des Listes Rouges normandes.



Légende catégories UICN

- RE Espèce disparue au niveau régional
- CR Espèce en danger critique
- EN Espèce en danger
- VU Espèce vulnérable
- NT Espèce quasi menacée
- LC Espèce de préoccupation mineure
- DD Espèce à données déficientes

>>> espèces menacées

Source et infographie : ANBDD

PROPORTION D'ESPÈCES MENACÉES PAR GROUPE

Amphibiens



Reptiles



Orthoptères



Mammifères



Rhopalocères



Odonates

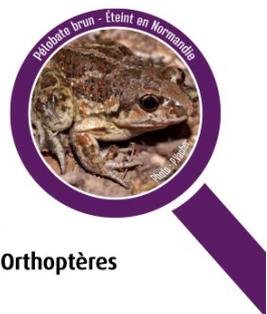


Source et infographie : ANBDD

NOMBRE D'ESPÈCES DISPARUES

15

ESPÈCES sont éteintes en Normandie, soit 5 % des espèces évaluées, dont :



Amphibien



Orthoptères



Mammifères



Rhopalocères

Source et infographie : ANBDD

Les analyses du GIEC normand montrent que les évolutions du climat vont entraîner dans les prochaines années des modifications avec notamment :

- soit une remontée vers le nord des espèces capables de coloniser de nouveaux territoires ;
- soit une extinction de celles qui ne pourront trouver refuge dans des niches écologiques leur permettant de se maintenir.

D'autres évolutions, plus complexes, liées à chaque milieu et à l'évolution des pressions humaines, vont s'exercer.

Les évolutions du climat ont aussi des impacts sur la modification des cycles de vie d'espèces. L'ensemble peut amener des dérèglements dans le fonctionnement et les équilibres des écosystèmes, avec notamment l'altération de la chaîne alimentaire. Ces incidences se cumulent et diminuent la capacité naturelle de résistance des milieux.

Violette de Rouen (*Viola hispida*)



Christophe Blondel / CBNBL

## Référents

### Les sentinelles du climat

Pour mesurer les effets du réchauffement climatique sur la biodiversité régionale, **l'Union régionale des CPIE** (centres permanents d'initiatives pour l'environnement) a lancé le programme "Sentinelles du climat en Normandie" dont elle assure la coordination. Ce projet ambitieux vise à mieux connaître et comprendre les effets locaux du changement climatique sur la biodiversité afin de renforcer l'efficacité des mesures de gestion des espèces et des milieux.

Les sentinelles du climat sont composées d'espèces (ou de cortèges) climato-sensibles et font l'objet de suivis scientifiques protocolés, depuis 2023 pour certaines d'entre-elles, sur des sites gérés durablement, équipés en stations météorologiques et répartis sur l'ensemble de la Région. Ce programme est accompagné par les services de l'Etat et par l'Agence de l'eau Seine Normandie. Il est co-construit avec le GIEC normand, l'agence normande de la biodiversité et du développement durable, le conservatoire botanique de Normandie, le conservatoire des espaces naturels, le groupe d'étude des invertébrés armoricains, l'office national des forêts et les quatre CPIE normands.

**Pour en savoir plus :**

<https://www.sentinelles-climat.org/programme-normandie/>



Vulcain (*Vanessa atalanta*)



Sandrine Hélicher

## La biodiversité terrestre : éléments d'observation et de prospective

L'évolution des milieux dépend d'une multitude d'éléments. Les observations régionales montre des changements déjà perceptibles. De plus, les cartes prospectives réalisées par l'université de Caen, à partir des éléments transmis par Météo-France, font apparaître de nettes évolutions à l'horizon 2100.

### La faune

Certaines espèces d'affinité méridionale se sont installées en Normandie, comme le phasme, originaire d'Afrique du Nord, le lézard vert ou la couleuvre d'Esculape. Etant en limite sud de leur aire de répartition, d'autres espèces sont, au contraire, en train de délaisser la Normandie au profit de territoires situés plus au Nord. C'est le cas de la macreuse brune, encore abondante il y a quelques années (source : DREAL). Au cours des vingt dernières années, 15 espèces, soit presque 10 % des oiseaux nicheurs normands, ont montré des changements importants dans leur mode de vie, en lien avec le changement climatique (source : GONm). Certaines espèces font aussi l'objet d'une vigilance particulière en raison des risques sanitaires véhiculés : c'est le cas du moustique-tigre (*Aedes albopictus*) qui n'est toutefois à ce jour pas répertorié comme implanté durablement en Normandie. La chenille processionnaire du pin, espèce très allergisante, colonise actuellement la région par le Sud. Déjà présente dans l'Orne et la Manche, elle devrait prochainement arriver dans l'Eure et le Calvados. Son front d'expansion progresse actuellement d'environ 4 km par an (Escalon S., INRA).

### La flore

L'andryale sinieuse, plante d'origine méditerranéenne inconnue des anciens auteurs dans la région, a été observée pour la première fois en 2002 dans l'Orne et en 2007 dans le Calvados. Elle fait l'objet d'une expansion spectaculaire vers le Nord en France (source : Catherine Zambettakis, Conservatoire botanique national de Brest). Au contraire, *Botrychium lunaria*, une fougère des pelouses rases de certains sols montagneux (pelouses à nard raide), était citée en Normandie par les anciens auteurs dans les « milieux de landes et bois montueux de Normandie » (Corbière L., 1893). En France, elle était jadis disséminée en de nombreuses localités de plaine. Elle n'existe plus désormais que de manière relictuelle dans le Nord, en Picardie, à Fontainebleau ou en Lorraine (Prelli, 2001). Cette disparition peut être due non seulement à l'évolution climatique actuelle, qui lui est défavorable, mais aussi à la raréfaction de son milieu de vie : les pelouses. Cela peut-être le fait également de capacités génétiques d'évolution ou d'adaptation très amoindries liées à la faiblesse de ses populations et de leur dissémination (source : Catherine Zambettakis, Conservatoire botanique national de Brest). Dans ce contexte, les fragmentations des écosystèmes risquent de conduire à une disparition accentuée de certaines espèces. La restauration de continuités écologiques et de milieux naturels est donc un élément essentiel pour limiter les impacts négatifs du changement climatique.

## Départements où le moustique tigre (*Aedes albopictus*) est implanté et actif au 1<sup>er</sup> janvier 2024

Ministère du travail, de la santé et des solidarités



Chenilles processionnaires du pin (*Thaumetopoea pityocampa*)



Daniel Morel

## La prospective régionale sur les profils bioclimatiques

Le profil bioclimatique est un mode de représentation très synthétique pour exprimer les conditions de développement des plantes lors de la période de pousse, entre avril et septembre. Il permet d'apprécier si la quantité d'eau est suffisante pour satisfaire les besoins des végétaux.

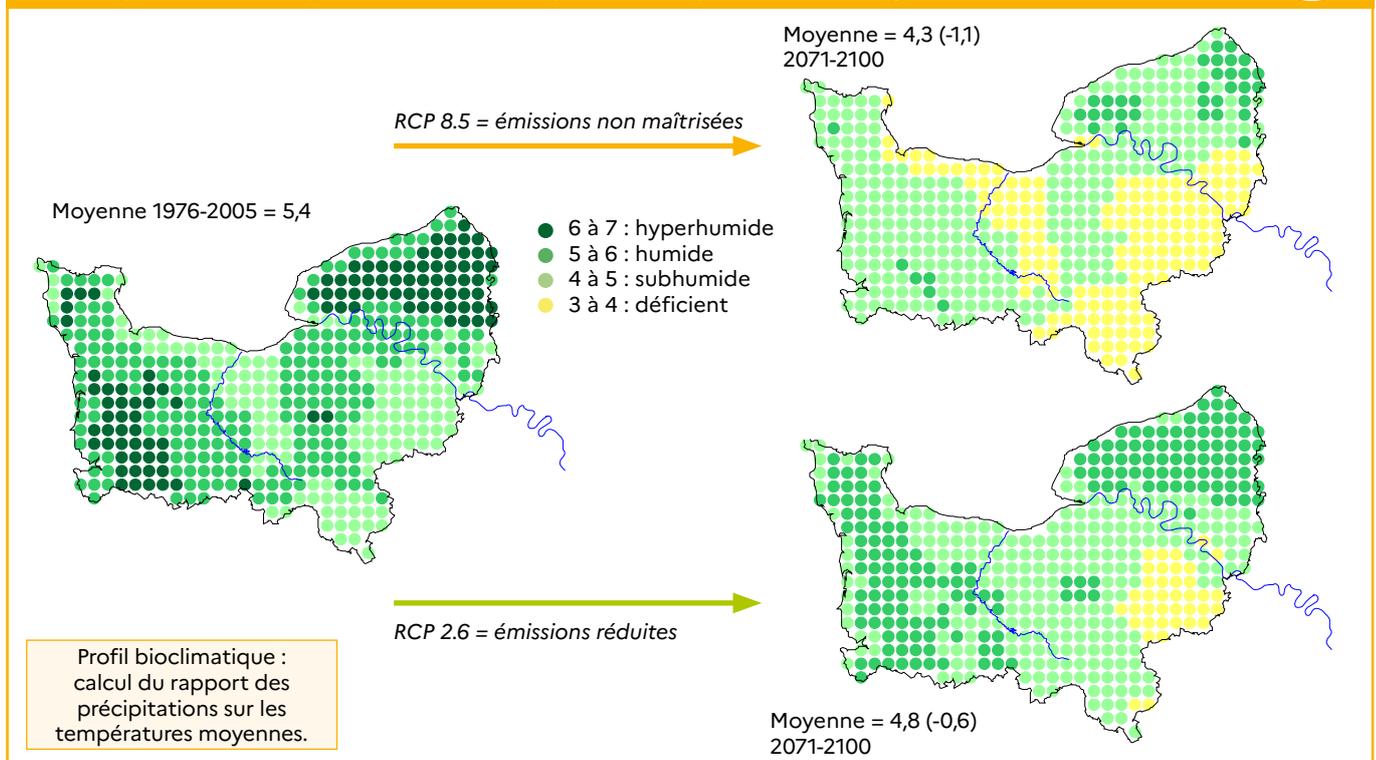
La comparaison des profils bioclimatiques en Normandie entre la période de référence 1976-2005 et les projections pour la fin du siècle (2071-2100), selon deux scénarios contrastés, montre des évolutions qui affecteront la biodiversité. Actuellement, les secteurs de collines, plus frais et plus arrosés, se traduisent par des ambiances humides à *hyperhumides* (favorables aux arbres et à la prairie) et les grandes plaines agricoles, plus abritées, par des conditions *subhumides*. Avec le changement climatique, même dans l'optique d'une politique climatique immédiate (scénario 2.6), on assisterait, d'ici 2100, à la disparition des espaces *hyperhumides* et par conséquent des grandes hêtraies et, *a contrario*, à l'apparition d'espaces déficitaires en eau dans les plaines autour d'Evreux. En l'absence de politique climatique (scénario 8.5), on observerait, d'ici 2100, une extension remarquable des espaces déficitaires. Avec ces mêmes perspectives climatiques nettement plus chaudes et plus sèches en saison végétative, les inquiétudes seraient fortes pour le maintien des massifs forestiers traditionnels (chênaies-hêtraies), et, parallèlement, pour le risque de quasi-disparition des aires bioclimatiques humides (espaces relictuels au nord de la Seine pour l'essentiel).

### Référence

La réalisation des profils bioclimatiques s'appuie sur le calcul du rapport Précipitations / Températures. En divisant pour chaque mois le cumul des précipitations par la température moyenne de l'air (P/T), on obtient une valeur reflétant une ambiance allant de l'*aride* (rapport inférieur à 1) à l'*hyperhumide* (rapport supérieur à 6). Le niveau "déficient" concerne des valeurs comprises entre 3 et 4. Dans cette approche, il n'est pas tenu compte de la réserve en eau des sols qui peut modifier fortement les conditions de développement des végétaux..

## Le changement climatique en Normandie à l'horizon 2100

Comparaison des profils bioclimatiques sur la période de végétation, d'avril à octobre



### Travail réalisé pour le Profil environnemental Normandie et coordonné par la DREAL

Origine : DRIAS-CLIMAT ; Production : Eurocordex 2020

Modèle : CNRM-ALADIN63 - CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 (RCM - GCM)

Période de référence 1976-2005 ; projections sur la période 2071-2100 (horizon lointain) pour 2 scénarios RCP (2.6 et 8.5)

Réalisation : Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, IDEES Caen Géophen, UMR 6266 CNRS, 2022



## Pour en savoir +

GIEC normand.  
*Biodiversité continentale et marine.*

26 pages. 2020.

GIEC normand.

*Biodiversité continentale et marine.*

*Ultrasynthèse.*

12 pages. 2021.



## Définition

On appelle **migration** le mouvement saisonnier de certains animaux entre plusieurs secteurs géographiques afin de réaliser des fonctions nécessaires à leur survie (reproduction, hivernage, hibernation, grossissement, maturation sexuelle...).

## Références

### L'évolution de la biodiversité

dépend de nombreux paramètres liés aux écosystèmes et à leurs interactions.

Ainsi, en cas de déficit d'eau ou de température élevée dans les cours d'eau, les poissons migrateurs peuvent stationner en zone maritime et retarder leur montaison, ce qui les rend plus vulnérables. C'est pourquoi, les restrictions de pêche et d'activités nautiques en période de sécheresse nécessitent une approche cohérente qui tient compte du fonctionnement des bassins versants et de l'interface terre/mer, au-delà des limites administratives (départementales...).

## La biodiversité marine : quelques éléments d'analyse

La biodiversité marine est fortement impactée par le changement climatique (cf. « Les mutations du milieu marin »).

De manière générale, selon le GIEC, la production primaire nette en haute mer devrait subir une redistribution et, d'ici 2100, diminuer mondialement quels que soient les scénarios. Le changement climatique s'ajoute ainsi aux pressions que représentent la surpêche et d'autres facteurs de stress non climatiques, compliquant ainsi les régimes de gestion maritime. Ainsi, le thon rouge fréquente désormais les eaux marines du nord de la France, impliquant la prise en compte de la problématique de la pêche du thon rouge sur les côtes normandes, cette espèce étant soumise à plan de reconstitution (source : OFB).

La Normandie pourrait être affectée aussi par la disparition d'espèces emblématiques comme la coquille Saint-Jacques et le bulot.

En Manche, les populations de bars, encornets, rougets et Saint-Pierre profitent de l'élévation progressive de la température, à l'inverse des populations de morues, lançons ou crevettes grises. Le barracuda a été pêché pour la première fois en 2016 le long des côtes du Calvados. Pour les poissons démersaux, vivant à proximité des fonds marins, des déplacements vers des milieux plus profonds interviennent également, les eaux y étant plus fraîches. En mer du Nord, ils se déplacent en moyenne de 3,6 m par décennie (Dulvy et al., 2008). Comme à terre, des décalages phénologiques apparaissent en mer, générant des « mismatches » (inadaptations). Ces dysfonctionnements, couplés à l'altération des milieux et à la surexploitation de la ressource, sont susceptibles de favoriser les opportunistes, telles les méduses. Apparues il y a environ 650 millions d'années, les méduses résistent à toutes les crises biologiques que la planète a subies depuis. Elles ont prouvé leur grande capacité d'adaptation.

## Les migrations

Le changement climatique en cours a des impacts sur l'ensemble des migrations d'espèces.

### Les migrations d'oiseaux

Certaines espèces d'oiseaux se déplacent entre une aire de reproduction et une aire d'hivernage. Ces déplacements, parfois très importants, ne sont pas uniquement et directement conditionnés par le froid. Plusieurs éléments interviennent, avec notamment :

- la diminution de la durée du jour ;
- la diminution de la quantité de nourriture disponible, associée au régime alimentaire de chaque espèce.

La plupart des oiseaux insectivores doivent quitter l'Europe avant que le nombre d'insectes ne diminue. C'est pourquoi, ils partent habituellement à la fin de l'été. Des évolutions dans les périodes de passage ont été observées par les organisations naturalistes en Normandie. Le suivi réalisé par le GONm, sur une période d'environ 50 ans (1972-2019) montre plusieurs éléments. Selon le comportement et la saison, certaines espèces retardent leur arrivée ou se font plus rares (cas des migrateurs nordiques) tandis que d'autres, au contraire, avancent leurs dates de passage.

Ainsi, en Normandie, trois espèces d'hirondelles et une espèce de martinet nichent de façon régulière. Ces oiseaux passent l'hiver en Afrique sub-saharienne et reviennent en Europe au printemps pour se reproduire. L'analyse des données révèle que ces quatre espèces arrivent maintenant avec 18 jours d'avance en Normandie par rapport à il y a 50 ans.

### Les espèces amphihalines

La Normandie est un territoire privilégié pour les espèces dites « amphihalines ». Celles-ci ont la particularité de réaliser leur cycle de vie en mer et en rivière : saumon atlantique, truite de mer, anguille européenne, lamproies, aloses...

Ces poissons migrateurs subissent un déclin continu depuis plusieurs décennies. Le changement climatique en est en partie responsable, avec, parallèlement, la perte et le fractionnement de leurs habitats, la pollution, la baisse de qualité des eaux, la surexploitation due à la pêche. En Normandie, 4 943 obstacles à l'écoulement ont été recensés (Source : ANBDD). 50 % de ces obstacles n'ont pas d'usages. Cela représente, en moyenne, un obstacle à l'écoulement tous les 3 km en 2020. (source : Normandie grands migrateurs). Ces très nombreux ouvrages (seuils de moulin, barrages...) constituent l'une des principales causes du déclin des poissons migrateurs. En effet, ils bloquent ou ralentissent les cycles de migration. Dès 0,5 mètre les obstacles sont infranchissables par les aloses et les lamproies et, au-delà de 1 mètre, les capacités migratoires des salmonidés sont fortement réduites.

Ces ouvrages accentuent aussi les phénomènes d'eutrophisation, de réchauffement des eaux et réduisent fortement la richesse des zones naturelles aquatiques ou des habitats (banalisation, perte de diversité biologique, accentuation de la sédimentation et du colmatage, disparition des variations naturelles des niveaux d'eau...). Depuis 1994, la gestion des poissons migrateurs s'organise à l'échelle de grands bassins fluviaux tels que le bassin Seine-Normandie. Des plans de sauvegarde spécifique dépassant les frontières nationales ont également vu le jour.

## Références

### Saumon atlantique jeune (*Salmo salar*)



Guillaume Lemonnier

Le **saumon atlantique** est un poisson migrateur qui parcourt des milliers de kilomètres pour assurer ses besoins biologiques.

Il naît dans des cours d'eau et rejoint la mer où il part en zone de grossissement puis regagne sa rivière de naissance à partir du printemps, pour se reproduire autour du mois de décembre.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, l'espèce avait quasiment disparu en Normandie avec la multiplication des barrages hydroélectriques et des moulins à eau qui l'empêchaient de remonter les cours d'eau.

Actuellement, le saumon fait son retour progressif en Normandie, grâce aux travaux de restauration de continuité écologique (suppression d'obstacles, installation de passes à poissons). Mais la population reste fragile. Des mesures de gestion et une réglementation accompagnent ce retour.

C'est pourquoi, en Normandie, la pêche du saumon atlantique n'est autorisée que sur certains cours d'eau (11 au total) et un système de système du « total autorisé de captures » est mis en place.

Source : Office français de la biodiversité

Définition

**Tassement différentiel :** mouvement d'enfoncement du sol qui n'est pas uniforme. Il peut, de ce fait, générer des dégâts dans les constructions.

Effets d'un tassement différentiel sur une habitation



DREAL Normandie

## Les sols, des milieux sous forte contrainte

### Une plus grande érosion des sols

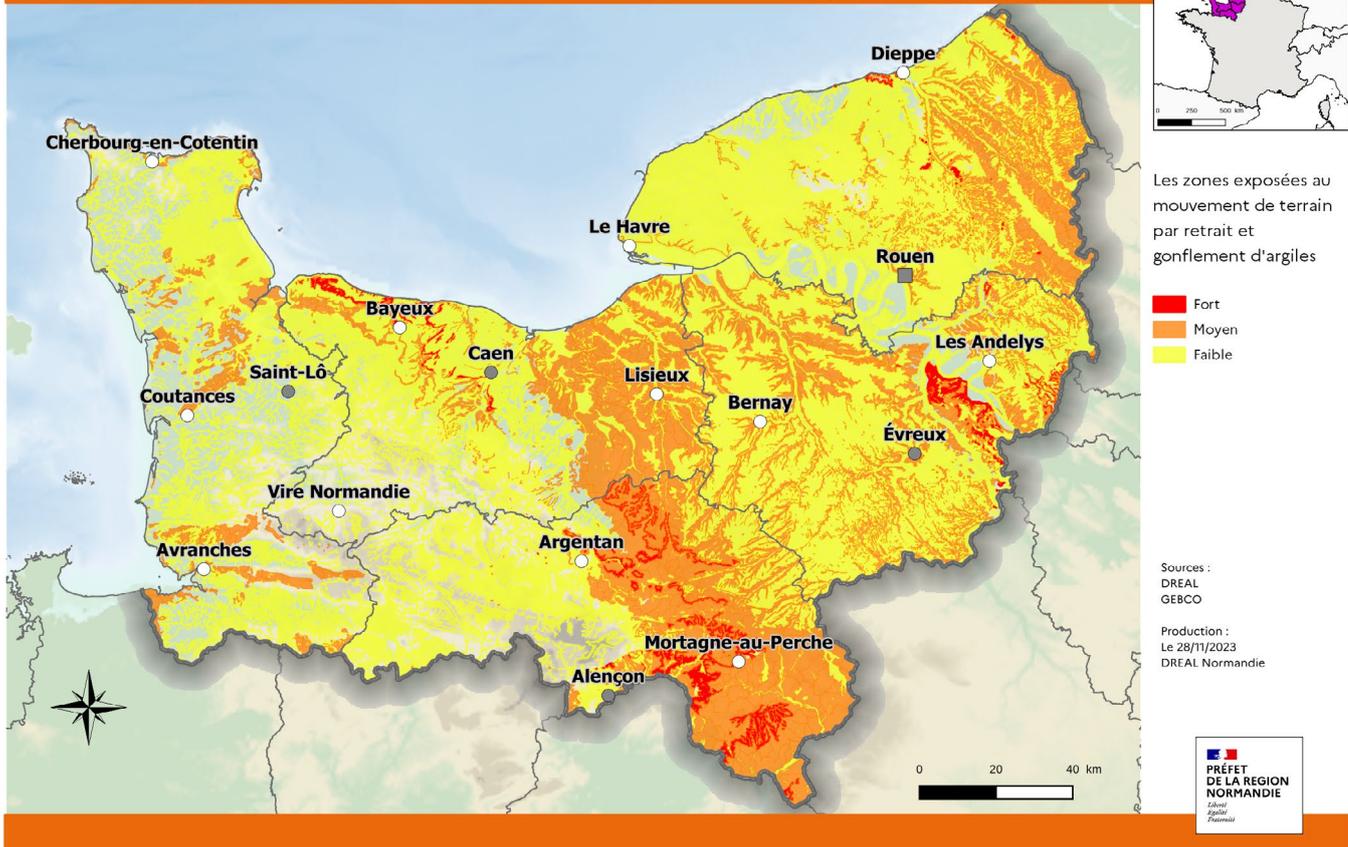
L'évolution des modalités de culture, l'agrandissement des parcelles et la très forte régression des haies ont fortement accru l'érosion des sols ces dernières années. Dans le contexte de changement climatique, les phénomènes de pluies intenses se développent, les ruissellements et l'érosion des sols s'accroissent, ce qui provoque des dommages importants pour les aménagements et impacte les rendements agricoles.

### L'augmentation des mouvements de terrain

Avec un renforcement en intensité des épisodes de sécheresse et de fortes pluies, tel que le prévoient les modèles climatiques, la sensibilité de la Normandie aux « mouvements de terrain » devrait augmenter d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle.

#### Profil environnemental de Normandie

#### Les zones exposées au mouvement de terrain par retrait et gonflement d'argiles



L'augmentation en durée et en fréquence des épisodes de sécheresse devrait favoriser l'émergence de nouveaux sinistres par « tassements différentiels », également appelés « retraits et gonflements des argiles ». Les plateaux argileux de Normandie sont prédisposés à l'aléa, dès lors que le sol contient des argiles dites « gonflantes ». Ces désordres surviennent notamment dans la partie sud de l'Eure et dans le Bessin. Des cas de sinistres par tassement différentiel sont également survenus dans l'isthme du Cotentin, en lien possible avec les prélèvements en eau souterraine dont ce territoire fait l'objet.

L'intensification des précipitations hivernales pourrait également s'accompagner d'une augmentation de l'aléa glissements de terrain. Ces derniers surviennent en effet pendant les périodes très pluvieuses. L'aléa concerne principalement le Pays d'Auge et le Perche. L'aléa chute de blocs (basse vallée de la Seine et de ses affluents, littoral cauchois, Bessin, Suisse normande...) pourrait augmenter si les pluies hivernales ou l'intensité des orages devaient s'accroître.

Enfin, les fortes pluies hivernales se sont toujours avérées, jusqu'à présent, favorables à la déstabilisation des cavités souterraines, dont les marnières. Les risques de sinistre devraient donc augmenter avec l'intensification des pluies. La densité de cavités est importante en Normandie orientale, à l'est d'une ligne allant de la vallée de la Dives à celle de la Sarthe. Le risque pourrait s'accroître dans ces secteurs.

## Cultures



Nadège Basset

## Pour en savoir +

La DREAL et la DRAAF ont élaboré, en concertation avec les acteurs concernés, un **atlas régional relatif au risque feux de forêt et végétation**. Ce risque de feux a été évalué en croisant l'aléa (le phénomène naturel) avec les enjeux (perte des bâtiments résidentiels, économiques, tertiaires et institutionnels, infrastructures, sites environnementaux ou patrimoniaux...).

### Pour en savoir plus :



<https://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/feux-de-foret-et-de-vegetation-en-normandie-le-a5782.html>

Ce document a été réalisé en concertation avec les directions départementales des territoires et de la mer (DDT[M]), l'Office National des Forêts (ONF), les services d'incendie et de secours (SDIS), les préfetures, l'union régionale des collectivités forestières (URCOFOR) ainsi que des représentants des forêts privées (Centre national de la propriété forestière), qui représentent 75 % des espaces boisés en Normandie.

## L'augmentation du risque d'incendie

Avec l'élévation des températures, la végétation s'assèche et l'eau contenue dans le sol se raréfie, ce qui augmente le risque d'incendies : feux de forêts, cultures, végétation... En période de moisson, l'augmentation du risque d'incendies de champs agricoles est notable. En France, entre 3 000 et 4 000 feux de forêt se produisent chaque année. Si, historiquement, la majorité des forêts détruites se situait dans les départements français du pourtour méditerranéen, le changement climatique étend ce risque à l'ensemble du territoire normand.

Le risque d'incendie de forêt, jusqu'ici non étudié en Normandie, devient une réalité de plus en plus prégnante. Avec une surface totale boisée qui s'élève à 420 000 ha (IGN 2023), le taux de boisement est de 14 % en Normandie. Selon les départements et les communes, il peut varier considérablement. Si, historiquement, région était confrontée à des feux d'espaces naturels ou cultivés d'ampleur limitée, la situation a changé. Les feux sont d'origine essentiellement agricole et ils peuvent aussi impacter des surfaces forestières.

Les projections climatiques à l'horizon 2050 indiquent que les zones boisées continentales (l'Eure et l'Orne) seront davantage impactées par le changement climatique en raison de la faible pluviométrie et de l'augmentation du nombre de jours de chaleur en été.

Au terme de l'analyse menée par les services de l'Etat, il ressort qu'une trentaine de massifs forestiers sont exposés à un risque élevé et près de 300 massifs de plus de 20 ha ont un risque supérieur ou égal à modéré, dans tous les départements de la région.

Les gestionnaires des sites doivent rester vigilants, surtout en période estivale. Il convient, dans les zones les plus à risque :

- d'anticiper l'installation de réserves d'eau incendie ;
- de développer l'accessibilité des chemins forestiers aux engins de secours ;
- de mener des actions de communication et de sensibilisation à destination du grand public.

9 feux sur 10 sont d'origine humaine. Il est donc primordial d'éviter les comportements à risque tels que l'abandon de mégots, les travaux et allumages de feux à proximité d'espaces naturels et forestiers (par exemple lors de pique-niques)...

Depuis 2020, une augmentation importante des zones brûlées a été constatée. En 2022, de nombreux feux de forêt se sont propagés dans la région. L'incendie qui a détruit 45 ha dans la forêt domaniale de Montfort-sur-Risle (dans l'Eure) entre le 12 et le 14 août 2022 est ainsi le feu de forêt le plus important qu'ait connu notre région depuis près de 50 ans (Source : ONF). De nombreux autres feux ont aussi touché des forêts privées et publiques dans l'Eure et la Seine-Maritime. Dans la Manche, les landes de Vauville ont été fortement touchées en 2022.

Dans ce contexte, l'Office national des forêts a été contraint d'interdire l'accès à certaines forêts publiques de Normandie pendant plusieurs jours de l'été 2022, entraînant l'annulation de manifestations, l'arrêt de travaux et la fermeture de routes forestières.

La canicule peut aussi être à l'origine d'autres phénomènes générateurs d'incendies tels que l'évaporation de solvants dans des stockages de matières sensibles (nitrocellulose, peroxydes...), l'accumulation de vapeurs inflammables en espace confiné (stockage, poste de dépôtage...), l'échauffement incontrôlé des matières stockées, de déchets ou de dispositifs de réfrigération.

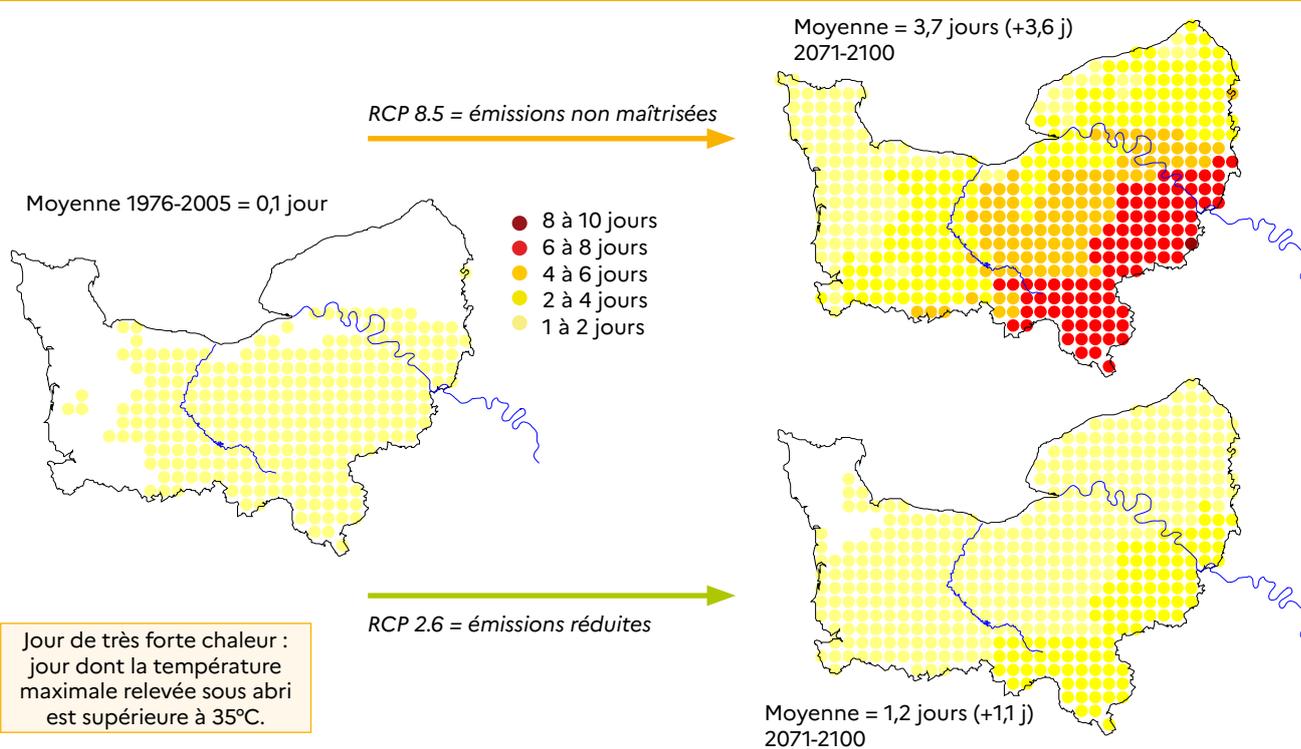
### Pompiers dans une zone brûlée



Laurent Mignaux/Terra

## Le changement climatique en Normandie à l'horizon 2100

Comparaison du nombre de jours de très forte chaleur ( $T^{\circ} \geq 35^{\circ}\text{C}$ )



### Travail réalisé pour le Profil environnemental Normandie et coordonné par la DREAL

Origine : DRIAS-CLIMAT ; Production : Eurocordex 2020

Modèle : CNRM-ALADIN63 - CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 (RCM - GCM)

Période de référence 1976-2005 ; projections sur la période 2071-2100 (horizon lointain) pour 2 scénarios RCP (2.6 et 8.5)

Réalisation : Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, IDEES Caen Géophen, UMR 6266 CNRS, 2022



## Repères

**Le rapport d'information du Sénat** intitulé « *Feux de forêt et de végétation : prévenir l'embrasement* » publié en août 2022 formule 70 recommandations pour la gestion et la prévention des feux de forêts, dont notamment celles-ci :

- amélioration des moyens et équipements liés à la défense des forêts contre l'incendie ;
- renforcement des moyens humains dont disposent Météo-France, l'ONF, le CNPF et la sécurité civile ;
- élaboration d'un plan de protection des forêts (PPFCI) dans les territoires classés à risque ;
- sensibilisation et incitations pour mieux faire appliquer les obligations de débroussaillage ;
- développement de la gestion durable des forêts privées ;
- aides pour reconstituer des forêts touchées par les incendies, conditionnées par le choix d'essences et de pratiques de gestion adaptées au risque incendie afin d'en améliorer la résilience...



Source : Office national des forêts



# L'évolution des conditions de vie

## Repères

### Climat et inégalités sociales et territoriales de santé

L'état de santé d'une population résulte d'interactions complexes entre plusieurs facteurs d'ordre social, territorial et environnemental, dont le climat. Conjuguées aux caractéristiques individuelles, ces interactions influencent la santé des individus. Le changement climatique est susceptible d'accroître ces inégalités car les effets sanitaires sont directement dépendants de la vulnérabilité de chacun (âge, état de santé initial, statut socio-économique...) et de son environnement (domicile, travail...) ainsi que des possibilités d'accès au système de santé.

Source : agence régionale de santé

Les activités humaines doivent s'adapter pour limiter les impacts négatifs sanitaires, environnementaux et économiques liés au changement climatique en cours. Il s'agit d'anticiper au mieux les évolutions à venir.

## La dégradation des conditions sanitaires

Les conditions météorologiques et climatiques ont une influence considérable sur l'environnement et la santé humaine. Plusieurs paramètres entrent ainsi en jeu :

- l'élévation des températures ;
- l'augmentation de l'ensoleillement ;
- l'accroissement des sinistres ;
- le développement de vecteurs ou de réservoirs de pathogènes ;
- la dégradation de la ressource en eau ;
- l'altération de la qualité de l'air.

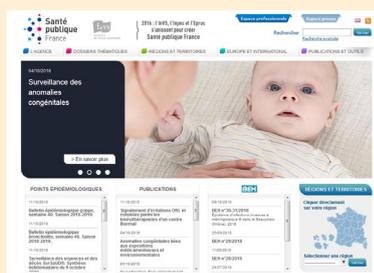
Le tableau en page suivante précise les risques associés.

## Pour en savoir +

<http://solidarites-sante.gouv.fr/>



<http://invs.santepubliquefrance.fr>  
[www.thelancet.com](http://www.thelancet.com)



**Atmo normandie**

Association de surveillance de la qualité de l'air en Normandie



### Le plan régional santé environnement (PRSE) Normandie

Normandie vise à améliorer la santé des Normand·e·s et à réduire les disparités territoriales. Vous pouvez accéder aux travaux concernant le plan régional santé environnement 4 (PRSE4) à l'adresse suivante :

[www.normandie.prse.fr](http://www.normandie.prse.fr)



GIEC normand.

**Risques sanitaires émergents et enjeux territoriaux en Normandie.**

2021. 12 pages.



## Les impacts sanitaires du changement climatique

Source : Agence régionale de santé, 2023

Paramètres	Risques sanitaires associés au changement climatique
<b>Températures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les vagues de chaleur deviennent à la fois plus fréquentes, plus longues et plus intenses, générant une augmentation de la mortalité, avec une sur-incidence dans les zones urbaines (îlots de chaleur). Les sujets particulièrement à risque sont les personnes âgées (75 ans et plus) et les très jeunes enfants.</li> <li>▪ La fréquence accrue des vagues de chaleur a probablement un effet négatif plus fort sur la santé que l'effet positif de la diminution de la fréquence des vagues de froid.</li> </ul>
<b>Ensoleillement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'augmentation de l'ensoleillement estival et de l'exposition de la population normande aux rayonnements solaires (UV-A et UV-B) est susceptible d'accentuer les effets sanitaires associés : cancers et mélanomes cutanés, vieillissement cutané, photodermatoses, cataractes, DMLA (Dégénérescence maculaire liée à l'âge)...</li> </ul>
<b>Sinistres « naturels »</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les impacts sanitaires des sinistres naturels sont à la fois d'effets immédiats et différés. Les effets sanitaires immédiats attendus (selon l'évènement) concernent principalement des décès par noyades ou accidents, des blessures ou traumatismes, des intoxications ainsi que des décompensations aiguës de pathologies chroniques (crises cardiaques...) liées au stress ou à l'impossibilité de recourir au système de soin.</li> <li>▪ Les risques sanitaires différés identifiés sont essentiellement d'ordre neuropsychiques, infectieux, environnementaux et traumatiques.</li> </ul>
<b>Vecteurs et réservoirs d'agents pathogènes ou parasitaires ou d'espèces végétales et animales nuisibles à la santé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La fonte du pergélisol (couche de glace et de matières organiques du nord du Canada, de l'Alaska et de la Sibérie) risque de libérer de nombreux virus oubliés ou inconnus.</li> <li>▪ L'implantation et le développement de certaines espèces, parfois associés à des modifications comportementales (fréquentation accrue des cours d'eau, pratique plus importante de la baignade et des loisirs nautiques...) peut générer une apparition ou une augmentation de certains risques sanitaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les moustiques sont vecteurs de différentes pathologies (chikungunya, dengue, zika, paludisme, virus du West Nile...);</li> <li>• les tiques peuvent transmettre la maladie de Lyme;</li> <li>• les espèces végétales peuvent provoquer des brûlures (Berce du Caucase), des allergies (pollens d'ambrosie...) ou des intoxications (datura);</li> <li>• certaines cyanobactéries et algues peuvent produire des toxines...</li> </ul> </li> </ul>
<b>Ressource en eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La diminution de la ressource en eau peut conduire à la mise en œuvre de restrictions d'usages de l'eau.</li> <li>▪ Des difficultés peuvent également survenir localement pour assurer l'élimination des eaux usées, augmentant le risque infectieux.</li> <li>▪ La qualité de la ressource en eau peut aussi être impactée (pollutions, salinisation...).</li> </ul>
<b>Qualité de l'air</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La dégradation attendue de la qualité de l'air concernant l'ozone, voire les particules fines, se traduit par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• des effets sanitaires à court terme ► irritations des muqueuses respiratoires et oculaires, sensibilité accrue aux pollens, moisissures, acariens, dégradation des défenses immunitaires, aggravation des pathologies respiratoires chroniques type asthme, augmentation des crises cardiaques...</li> <li>• des effets sanitaires à long terme ► développement de pathologies chroniques (cancer du poumon, broncho-pneumopathie chronique obstructive, augmentation de la mortalité par maladies cardio-respiratoires).</li> </ul> </li> </ul>
<b>Qualité des aliments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La vulnérabilité accrue des productions agricoles et marines aux conditions climatiques est susceptible d'impacter la disponibilité (coût) et la qualité microbiologique et chimique des aliments (traitements phytosanitaires, conservateurs...) avec des conséquences potentielles sur l'équilibre alimentaire, l'incidence des toxi-infections alimentaires collectives et l'exposition aux substances chimiques.</li> </ul>

Repères

**Le patrimoine bâti vulnérable situé en-dessous du niveau marin**

*Evaluation préliminaire (coût du foncier concerné)*

**Calvados**

- 21 700 constructions et bâtiments industriels évalués à 5,94 milliards d'euros.

**Eure**

- 1 029 constructions et bâtiments industriels évalués à 131,9 millions d'euros.

**Manche**

- 25 866 constructions et bâtiments industriels évalués à 10,5 milliards d'euros.

**Seine-Maritime**

- 41 505 constructions et bâtiments industriels évalués à 7,22 milliards d'euros.

Source : DREAL, 2019, référent Frédéric Gresselin.

Crue de la Seine à Rouen (Seine-Maritime)



DREAL Normandie

Pour en savoir +

La Vallée de la Seine et le changement climatique

<https://www.eau-seine-normandie.fr/>

GIP Seine Aval. *La vallée de la Seine face au risque inondation*. 3 pages. 2021.

<https://www.seine-aval.fr>



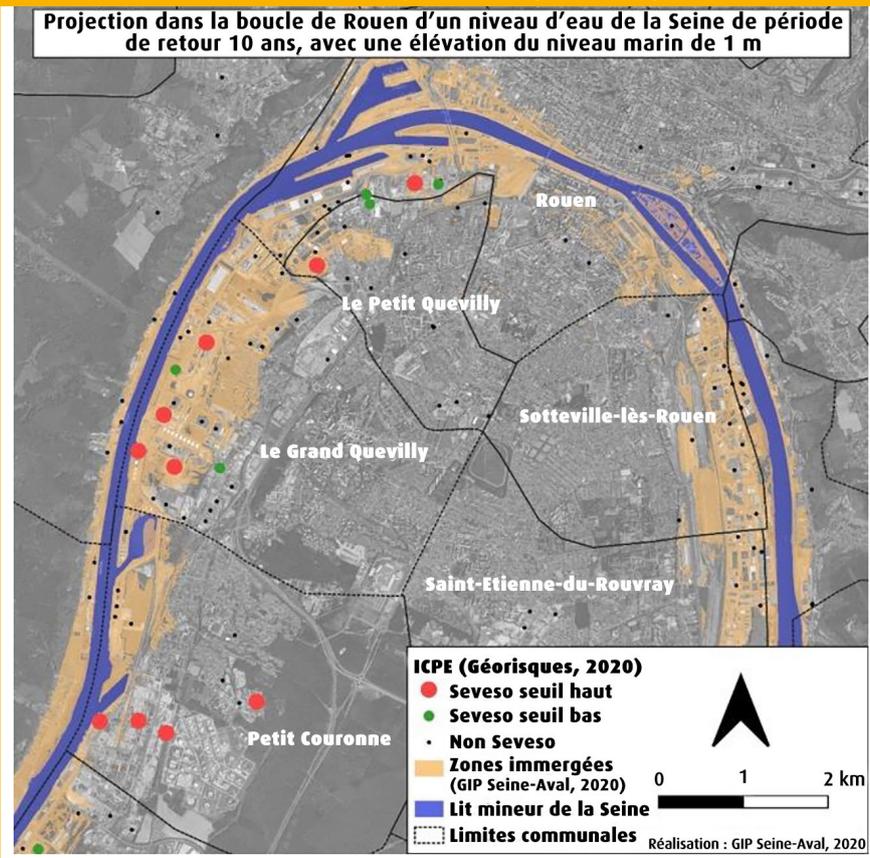
**Des territoires fortement exposés aux risques**

Certains secteurs géographiques sont fortement exposés aux évolutions climatiques : littoraux, lits majeurs de cours d'eau, zones de ruissellement ou de mouvements de terrain, zones densément urbanisées... L'aménagement de ces secteurs doit donc évoluer pour se préserver des risques d'atteinte des personnes et des biens. Cette adaptation nécessite, dans certains cas, une « recomposition territoriale » pour délocaliser les activités et infrastructures humaines devenues trop vulnérables.

Les impacts à anticiper concernent à la fois des zones d'habitat, d'activités agricoles, industrielles ou de service. Ils sont à évaluer par l'ensemble des acteurs institutionnels et économiques pour que soient prises des mesures de protection adaptées. A titre d'exemple, les études du GIEC normand ont montré la forte vulnérabilité de certaines zones industrielles situées le long de l'axe Seine en particulier.

**Projection ARTELIA/GIP Seine, modifiée avec ajout des sites SEVESO**

Source : GIEC normand - L'eau : disponibilité, qualité, risques naturels, 2021



La Vallée de la Seine sera très impactée par le changement climatique (cf. encadré). Des risques d'inondations plus fréquents sont à anticiper pour les personnes et les biens, d'autant plus forts avec l'élévation du niveau marin qui se répercute sur le niveau des fleuves et rivières. Les risques de pollutions biologiques et chimiques seront plus grands, ainsi que les phénomènes de colmatage des rivières et les coulées de boues.

## Des incidences considérables sur les activités économiques normandes : l'exemple de l'agriculture

Le changement climatique a un impact global sur l'ensemble des activités économiques de la Normandie. L'activité agricole est particulièrement concernée.

L'évolution des écosystèmes conditionne les capacités de l'agriculture. La chambre d'agriculture de Normandie a constaté un avancement notable de la précocité des cultures et des prairies par rapport à la période 1980-1990. Les évolutions observées par la profession sont les suivantes :

- cultures plus précoces (semis et récoltes) ;
- freins par les fortes chaleurs (stress thermique) pour les céréales, les prairies...
- augmentation du besoin en eau des cultures (effet atténué à proximité du littoral et en sol profond mais marqué à l'intérieur des terres et en sol superficiel) ;
- augmentation de la fréquence d'événements extrêmes à l'origine de dégradations (canicule, sécheresse, grêle, tempête, inondation, gelée tardive)...
- arrivée de nouveaux ravageurs et intensification de leurs effets à la faveur des températures élevées ;
- perturbations de l'activité agricole en zone littorale ;
- possibles opportunités de nouvelles cultures liées à des températures plus élevées.

L'intensité du changement climatique à venir sera déterminant pour les conditions d'exercice des agriculteurs et, par conséquent, pour l'alimentation et la filière agro-alimentaire associée.

D'ici la fin du siècle, sans réduction des émissions de GES, l'augmentation de la température devrait accélérer les cycles végétatifs de la céréale. La maturité du blé pourrait alors intervenir cinq semaines plus tôt que sur le passé récent. Les récoltes auraient lieu dès la fin du mois de juin. De ce fait, la dernière partie du cycle du blé éviterait les chaleurs et les sécheresses du mois de juillet. Au bilan, le manque d'eau cumulé par la plante au cours de son cycle diminuerait légèrement mais le remplissage des grains ne rencontrerait pas davantage de jours de chaleur.

Toutefois, d'autres aléas, jusqu'à présent ignorés, pourraient pénaliser les rendements. En effet, l'accélération des stades de développement provoquerait une avancée des phases printanières du cycle vers la sortie de l'hiver. A cette période de l'année, les jours sont courts, ce qui engendrerait une réduction du rayonnement solaire cumulé pour la photosynthèse de la plante. Les températures de la fin de l'hiver ne permettraient pas d'écarter le risque de stress pour des phases sensibles (telles que la méiose), ce qui pourrait impacter la fertilité des épis.

Pour en savoir +

### Thèse

François Beauvais.  
*Approches géographiques et agro-climatologiques des conséquences du changement climatique sur l'agrosystème céréalier de Normandie.* 2021.

### Diagnostic territorial d'adaptation au changement climatique – Normandie,

Varenne agricole de l'Eau et du changement climatique (2021, travail piloté avec la DRAAF et la Région) :

[https://normandie.chambres-agriculture.fr/?id=2943015&tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=124829&tx\\_news\\_pi1%5Bcontrol%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=2da398085e387bc-2c6ba0a3530a35dc3](https://normandie.chambres-agriculture.fr/?id=2943015&tx_news_pi1%5Bnews%5D=124829&tx_news_pi1%5Bcontrol%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=2da398085e387bc-2c6ba0a3530a35dc3)

### Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique - ORACLE

Normandie, édition 2022 :  
<https://normandie.chambres-agriculture.fr/territoire/energies-climat-air/climat/observatoire-oracle/>

### Tournesol (*Helianthus annuus*)



Sandrine Hélicher

## Grande sauterelle verte (*Tettigonia viridissima*) dans un champ de blé



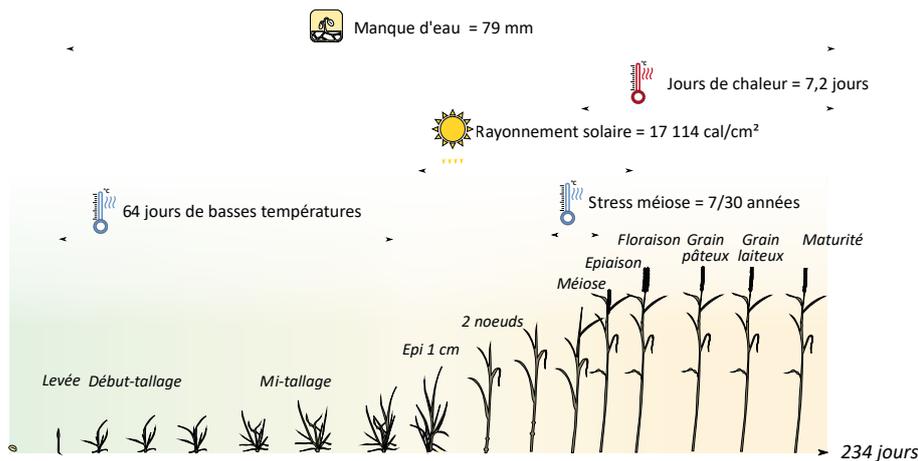
Thierry Degen/Terra

De plus, la première partie du cycle du blé, qui se déroule au cœur de l'hiver, nécessite d'être exposée à environ soixante jours de basses températures. La douceur des hivers pourrait, certaines années, remettre en cause la capacité de la plante à fleurir en raison d'un déficit de la vernalisation (exposition au froid permettant à la plante de passer de l'état végétatif à reproducteur et conditionnant sa capacité à fleurir au printemps). Ainsi, un grand nombre de variétés de blé tendre d'hiver nécessitent de cumuler 50 à 60 jours de basses températures comprises entre 3 et 10°C.

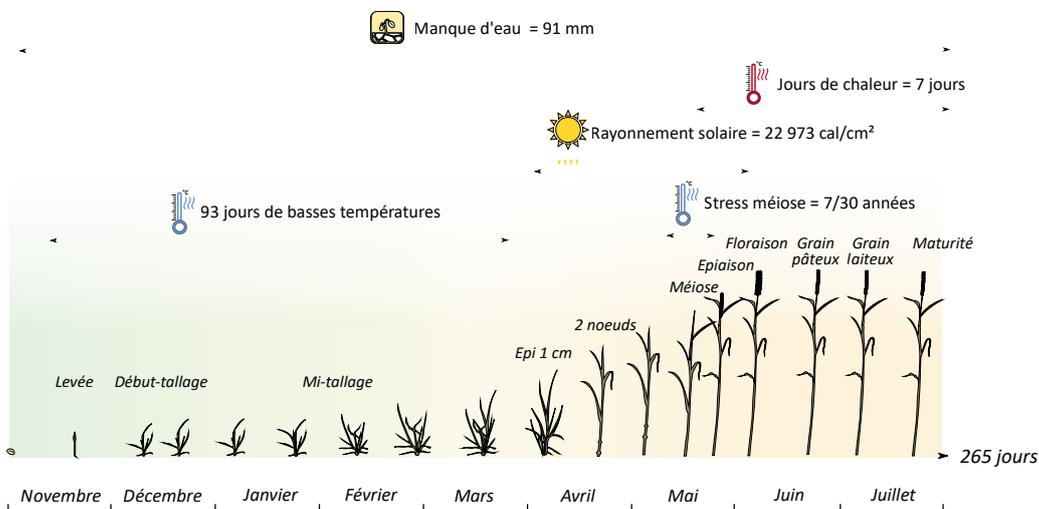
Ces résultats démontrent la complexité du changement climatique pour l'agriculture et l'intérêt d'études d'impact focalisant l'analyse sur les conditions vécues par les plantes. En effet, le bilan peut différer d'une culture à une autre. A titre d'exemple, les cultures de printemps, comme le maïs, seraient davantage exposées au stress thermique et hydrique.

## Conséquences du changement climatiques sur la culture du blé tendre en Normandie : quelles projections ?

### Scénario prospectif RCP 8.5 2071-2100 - température moyenne annuelle : 14,4 °C



### Scénario historique 1976-2005 - température moyenne annuelle : 11 °C



Réalisation : François Beauvais, Université de Caen Normandie, laboratoire IDEES.  
 Données : modèle climatique régional CNRM/CMS\_ALADIN63  
 Méthodologie : modélisation de la phénologie (degrés jours et critère photopériodique) avec calcul dynamique des indicateurs pour une variété de précocité intermédiaire semée le 1er novembre ; bilan hydrique à décroissance exponentielle de la réserve utile pour un sol moyen (thèse de doctorat, Beauvais 2021).

## La Normandie, un territoire d'accueil ?

La Normandie est une région qui bénéficie de nombreux attraits géographiques. Son climat tempéré océanique et son positionnement littoral constituent un contexte favorable pour les populations. La région pourrait devenir en quelque sorte un « refuge climatique saisonnier » *a minima*, voire un territoire d'accueil, pour une population de plus en plus importante et sensibilisée, issue d'autres régions.

Au-delà des frontières, le contexte international montre que les effets des bouleversements climatiques se font notamment ressentir dans de nombreux pays. Au même titre que l'ensemble des régions européennes, il semble nécessaire d'anticiper de possibles besoins de migrations issus d'autres pays ou continents.

### Définition

Le terme de « **réfugiés climatiques** » désigne les personnes obligées de quitter la région ou le pays où elles habitent, suite à la dégradation de leur environnement ou à des catastrophes naturelles liées au dérèglement climatique (inondations, sécheresses...). Il apparaît pour la première fois dans un rapport du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, en 1985.

Source : Ritimo, Katherine Ramos, Université Ca' Foscari de Venise.

Gare de Rouen (Seine-Maritime)



Jean-Philippe Brebion

