



Le climat

en Normandie



**PRÉFET
DE LA RÉGION
NORMANDIE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Réalisation

Ce document présente un état des lieux du climat en Normandie, avec une partie prospective. Fruit d'un travail assidu et collectif, il a été conçu grâce à la contribution de nombreux rédacteurs issus de services spécialisés. Il prend en compte les données qui ont été transmises par les acteurs mobilisés. Compte tenu de l'état de la connaissance, ce recueil ne peut être exhaustif. Une rubrique internet dédiée permet son actualisation et son enrichissement. Les services de l'État ont coordonné l'ensemble des travaux.



Publication

Directeur de publication :

Pierre-André Durand, préfet de la région Normandie

Directeur.ice de la rédaction :

Olivier Morzelle, directeur régional (DREAL)

Karine Brulé, directrice régionale adjointe (DREAL)

Encadrement :

Stéphane Douchet et Nicolas Puchalski (DREAL)

Conception et coordination

Conception, management et coordination :

Sandrine Hélicher (DREAL)

Conception et développement graphiques, mise en page :

Séverine Bernard (DREAL)

Expertises techniques :

DREAL : Cyrille Gachignat et Patrick Tabourel

Université de Caen Normandie : Olivier Cantat et François Beauvais

Illustrations

Cartographies :

Université de Caen Normandie : Olivier Cantat et François Beauvais - DREAL : Franck Legardinier

Photographies :

Cet ouvrage a bénéficié de la transmission de nombreuses photographies. Les auteurs sont précisés pour chaque illustration. Les droits de reproduction sont accordés spécifiquement pour l'usage du profil environnemental. Toute reproduction complémentaire pour d'autres utilisations nécessite l'accord des auteurs.

Illustration de couverture :

Sandrine Hélicher (DREAL)

Équipe de rédaction et expertise

Équipe de rédaction :

Thierry Berthaux (Conseil régional), François Beauvais (Université de Caen Normandie), Karine Bosser (Ademe), Catherine Boutet (ARS), Olivier Cantat (Université de Caen Normandie), Nathalie Desruelles (DREAL), Jean-Claude Estienne (ASN), Cyrille Gachignat (DREAL), Frédéric Gresselin (DREAL), Sandra Gridaine (DREAL), Sandrine Hélicher (DREAL), Albin Leduc (DRAAF), Muriel Lefresne (Ademe), Jérôme Le Bouard (ARS), Christophe Legrand (Atmo Normandie), Anne-Marie Levet (ARS), Oriane Marquot (DRAAF), Matthieu Primaux (Atmo Normandie), Nicolas Puchalski (DREAL), Patrick Tabourel (DREAL), Claire Travert (DREAL), Raphaël Viguier (DREAL).

Relecture :

Une consultation a été organisée par voie électronique entre le 2 août et le 28 septembre 2019. De nombreux partenaires acteurs du territoire ont ainsi transmis leurs observations et propositions, ce qui a permis d'enrichir et d'améliorer le projet initial. Nous remercions l'ensemble des partenaires mobilisés.

Actualisation et suivi :

L'équipe de rédaction du profil environnemental se réunit chaque année pour enrichissement et mise à jour du document « Climat ». Vous pouvez ainsi transmettre des propositions d'actualisation ou de compléments. Celles-ci sont analysées et peuvent donner lieu à des évolutions du document.

Site web :

www.normandie.developpement-durable.gouv.fr

« Le climat a un impact sur toutes les composantes de l'environnement... »

Le climat est le produit, dans l'espace et dans le temps, de toute une série d'échanges d'énergie, d'air et d'eau entre la surface de la Terre et l'atmosphère.

À l'échelle du globe terrestre, ces interactions fournissent des conditions spécifiques d'ensoleillement, de précipitations, de températures et de vent. Ces conditions évoluent selon un cycle saisonnier propre à chaque latitude et sont nuancées régionalement par la géographie.

En Normandie, le climat est qualifié de « tempéré océanique ». Ces termes masquent une importante variabilité et un grand nombre d'évènements météorologiques considérés comme « hors normes ». L'hiver est ainsi caractérisé par un temps frais, nuageux, venteux et humide, avec parfois des vagues de froid sévères ou des chutes de neige particulièrement importantes. L'été, habituellement doux et sous des ciels changeants, peut être marqué par de véritables sécheresses. D'une année à l'autre, d'une saison à l'autre, voire d'une heure à l'autre, « le temps qu'il fait » change d'aspect et cette variabilité peut être source de vulnérabilités pour les activités humaines.

Depuis quelques décennies, des évolutions rapides sont mises en évidence par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Ces études soulignent l'importance du réchauffement lié aux activités humaines. Si ces conclusions sont largement partagées aujourd'hui, les projections concernant l'évolution climatique sont difficiles, compte tenu de la complexité des phénomènes qui interviennent.

Le climat a un impact sur toutes les composantes de l'environnement : il influence le cycle de l'eau, la qualité de l'air, la consistance des sols et la survie des espèces. Nos ressources alimentaires et nos modes de vie en dépendent. Avec la croissance démographique et l'urbanisation de secteurs sensibles, les aléas climatiques conduisent à devoir anticiper et gérer davantage de risques.

Le changement climatique est devenu un enjeu majeur pour les politiques publiques.



Sommaire

Le climat, un régulateur des milieux.....5

- Si le climat est un film, la météo est un instantané5
- L'influence du climat sur l'environnement et les activités humaines.....9

Le climat en Normandie : présentation et évolution.....13

- Un climat « variable »13
- La température de l'air16
- Les occurrences de froid et de chaleur.....18
- Le niveau des précipitations20
- La saisonnalité des précipitations22
- Le vent24
- L'ensoleillement.....26
- Le rayonnement solaire28

Les impacts et les risques liés au changement climatique....31

- L'évolution des écosystèmes32
- La dégradation des conditions sanitaires.....42
- L'évolution des conditions de vie.....44

Les leviers d'action : atténuer et s'adapter46

- Atténuer le changement climatique46
- S'adapter aux évolutions du climat.....67
- Les politiques et outils de référence75

Synthèse, enjeux et orientations.....81

- Synthèse : les grilles AFOM.....81
- Enjeux et orientations82

Acteurs régionaux.....85

Webographie et bibliographie91



Le climat, un régulateur des milieux

*Si le climat est un film,
la météo est un instantané*

■ Le climat s'inscrit dans la durée

Le « temps météorologique » exprime l'état de l'atmosphère en un point et à un instant donnés. C'est la combinaison d'éléments tels que la température, la pression atmosphérique, la vitesse et la direction du vent... "Si le temps n'est qu'un instantané, le climat évoque plutôt un film qui intègre la variété infinie de ses états successifs. Ses multiples séquences s'organisent en un scénario logique et relativement répétitif au fil des saisons" (cf. Lucien Dorize). Le climat est généralement exprimé par la moyenne de ses paramètres les plus représentatifs, calculés sur une période de 30 ans, appelée « Normale ». Cette approche opérationnelle a l'inconvénient de gommer la variabilité qui est une caractéristique essentielle du climat de Normandie.

Les variations climatiques à l'échelle géologique

Le système climatique est en continuelle évolution. Les grandes mutations climatiques sont à mettre en relation avec des facteurs externes (fluctuations du rayonnement solaire et position de la Terre par rapport au Soleil) et internes (composition de l'atmosphère, géographie des continents, courants marins).

Le « changement climatique » actuel

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) utilise le terme « changement climatique » pour tout changement de climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. C'est la définition retenue dans le présent document.

Depuis 30 ans, le GIEC évalue l'état des connaissances sur l'évolution du climat, ses causes, ses impacts. Il identifie les possibilités de limiter l'ampleur du changement climatique et les déséquilibres qu'il crée. Cette production scientifique est fondamentale pour alerter les décideurs et la société civile (cf. encadrés page suivante).

Les derniers rapports du GIEC montrent que les activités humaines sont à l'origine d'une modification importante de l'équilibre du climat à l'échelle de la planète, notamment en raison de l'augmentation de la concentration des gaz

Plan du chapitre

- ▶ Si le climat est un film, la météo est un instantané
- ▶ L'influence du climat sur l'environnement et les activités humaines

Le climat : un « système » en continuelle évolution

Petites pulsations historiques :
Petit Âge Glaciaire
(1600 - 1850)...

- 11 700 ans

- Recul des glaces continentales qui recouvraient le nord de l'Amérique et de l'Europe
- Élévation du niveau marin
- Développement de milieux vivants spécifiques des climats tempérés

- 20 000 ans

- Paysages de toundra
- Niveau des mers environ 100 m plus bas
- La mer de la Manche n'existe pas

- 2,6 millions d'années
Début de l'ère quaternaire

- Début d'une succession de longs refroidissements (glaciaires) et courts réchauffements (interglaciaires)

- 50 millions d'années

- Ambiances tropicales
- Premiers signes de refroidissement du climat mondial

Définition

Le forçage radiatif est la différence entre l'énergie radiative reçue et l'énergie radiative émise. Lorsqu'il est positif, il tend à réchauffer le système. Lorsqu'il est négatif, il tend à le refroidir. Il se mesure en watts par mètre carré (W/m²).

Repères

La création d'un GIEC Normand

La région Normandie a lancé, le 17 décembre 2019, la création d'un « GIEC Normand » formé par un groupe d'experts issus en priorité des 3 universités normandes et constitué de 23 spécialistes.

Leurs travaux permettront notamment de traduire les prévisions du GIEC international pour la Normandie et de faire la synthèse des travaux scientifiques normands sur ce sujet (données mesurées et projections à l'horizon 2050-2100).

Pour en savoir plus :
www.normandie.fr

à effet de serre (GES). Le climat mondial s'est déjà réchauffé d'1 °C environ en moyenne par rapport à l'ère préindustrielle. Au rythme des émissions actuelles, le réchauffement climatique devrait atteindre 1,5 °C entre 2030 et 2050. Sans politiques très volontaristes de diminution des gaz à effet de serre, le réchauffement climatique global devrait atteindre 4,8 °C d'ici 2100 (GIEC, 2014).

Il est encore possible de freiner la hausse de la température globale et de limiter les dégâts pour l'humanité et son environnement. Les différentes options pour ne pas dépasser 1,5 °C de réchauffement nécessitent des transformations radicales, dans tous les secteurs de la société et dans le monde entier.

À l'aube de la révolution industrielle, la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère n'était que de 280 particules par million (ppm). Deux siècles et demi plus tard, elle s'est envolée, dépassant à présent les 400 ppm, et cela même dans les régions les plus reculées du globe. En mai 2019, l'observatoire de Mauna Loa, à Hawaï (États-Unis), a enregistré une concentration record de 415,26 ppm. Pour la toute première fois, la barre journalière des 415 ppm a donc été franchie.

Le GIEC a produit 4 scénarios « RCP » (*Representative Concentration Pathway*) en fonction du forçage radiatif (au sommet de la troposphère) induit par les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine humaine à l'horizon 2100. Pour chacun de ces quatre « profils représentatifs », les climatologues ont estimé les conditions climatiques et les impacts du changement climatique associé. En parallèle, les sociologues et les économistes travaillent sur des scénarios présentant diverses caractéristiques de développements socio-économiques et diverses stratégies d'adaptation et d'atténuation. Ces scénarios n'ont pas de caractère prédictif, mais ils permettent de mieux comprendre les incertitudes associées aux différentes évolutions possibles.

Repères

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

« La compréhension des fondements scientifiques du changement climatique provoqué par l'homme doit permettre d'en établir les conséquences et d'envisager des stratégies d'adaptation et d'atténuation. »

Création : 1988 par les Nations Unies

Nombre de membres : 195 pays

Missions :

- évaluer l'information scientifique, technique et socio-économique disponible en rapport avec la question du changement du climat ;
- expertiser collectivement et synthétiser les travaux menés dans les laboratoires du monde entier ;
- dégager clairement les éléments qui relèvent d'un consensus de la communauté scientifique ;
- identifier les limites dans les connaissances ou l'interprétation des résultats.

Budget annuel : environ 6 millions d'euros (2018)

Le 5^e rapport d'évaluation du GIEC (AR5) comprend trois volumes et un rapport de synthèse. Le rapport de synthèse a été adopté le 31 octobre 2014 à Copenhague, achevant le 5^e cycle d'évaluation.

3 volumes sont consultables :

- **Volume 1 :** Changements climatiques 2013 – Les éléments scientifiques (2013) ;
- **Volume 2 :** Changements climatiques 2014 – Les impacts, les vulnérabilités, l'adaptation (2014) ;
- **Volume 3 :** Changements climatiques 2014 – L'atténuation du changement climatique (2014).

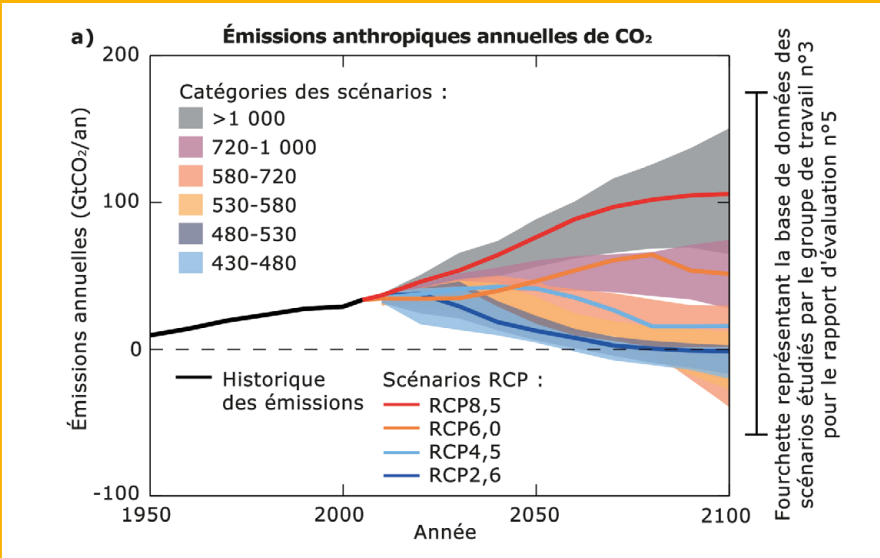
Pour en savoir plus : www.ecologie-solidaire.gouv.fr

Source : GIEC

Ils sont utilisés pour produire des projections décrivant 4 trajectoires d'évolution des émissions de gaz à effet de serre pour le XXI^e siècle. Le RCP 2.6 correspond à un scénario visant à maintenir le réchauffement en dessous de 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle. À l'inverse, le RCP 8.5 est fondé sur des émissions de gaz à effet de serre très fortes. Deux scénarios sont intermédiaires : le RCP 4.5 et le RCP 6.

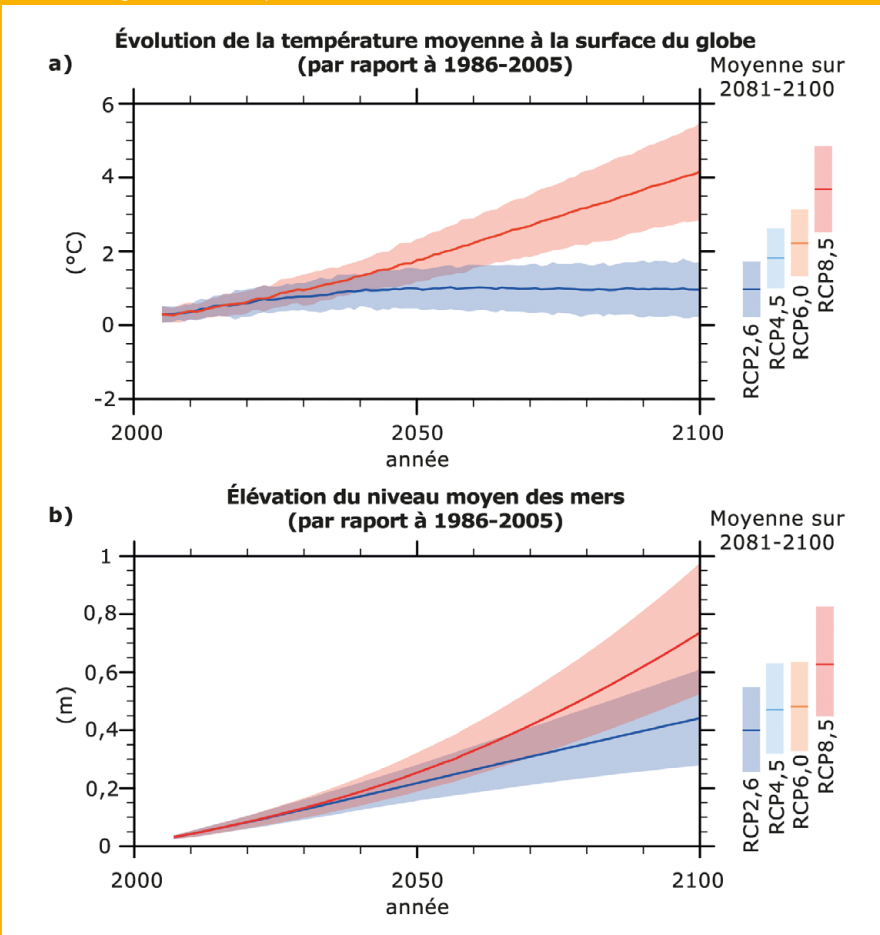
Émissions annuelles de CO₂ et scénarios « RCP » du GIEC

Source : GIEC, 2014



Scénarios prospectifs du GIEC

Source : Changements climatiques 2014, GIEC



Repères

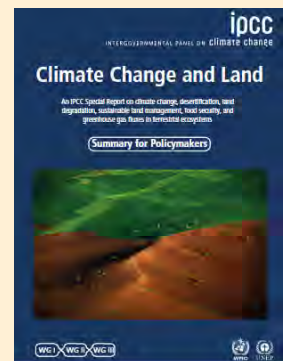
Le 6^e cycle d'évaluation du GIEC (AR6) a débuté en 2016

Trois rapports spéciaux ont été produits au cours du 6^e cycle sur les thématiques suivantes :

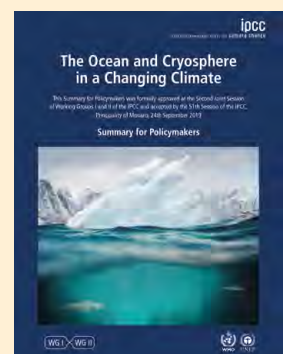
- Impact d'un réchauffement global de 1,5 °C au-dessus des niveaux pré-industriels (2019)



- Liens entre le changement climatique, la désertification, la dégradation des terres, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres (2019)



- Liens entre le changement climatique, les océans et la cryosphère (2019)



Repères

Le dispositif de surveillance météo en Normandie :

- environ 40 stations automatiques gérées par Météo-France ;
- des stations complémentaires exploitées en partenariat ;
- un réseau de correspondants ;
- la surveillance des précipitations en temps réel (radars de Falaise, d'Abbeville, de Trappes et de Jersey) ;
- un capteur du réseau Météorage à Deauville-Normandie.

Repères

Les premiers relevés météorologiques

(précipitations et températures) disponibles sur la Normandie remontent à la première moitié du XIX^e siècle. Les données les plus anciennes sont celles de l'Observatoire de la Marine à Cherbourg (1838-1842). Météo-France s'est engagée dans une action de sauvetage de données climatologiques anciennes. Elles sont disponibles via le portail Météo-France : <https://donneespubliques.meteofrance.fr/>

Pour en savoir +

Météo-France met à disposition une grande variété de produits issus des simulations de divers modèles de climat.

Le portail Drias

« les futurs du climat » : www.drias-climat.fr/

Le portail « ClimatHD » montre l'évolution du climat aux plans national et régional

<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>



La météorologie et ses outils

Météo-France est l'établissement de référence pour le suivi et l'analyse des données météorologiques et climatologiques. **La connaissance du temps en continu et sur l'ensemble de la planète est assurée par un ensemble de satellites.** Les millions d'informations collectées sur les continents sont transmises par les stations météorologiques. Des bouées et des navires recueillent des informations concernant les océans et des avions transmettent les données de l'atmosphère. Au niveau national, l'établissement public Météo-France assure la mise en œuvre et la gestion d'un réseau de mesures de surfaces et de télémesures. Des modèles numériques simulent le comportement de l'atmosphère. Les résultats se présentent sous la forme de scénarios d'évolution des principaux paramètres météorologiques, qui sont ensuite analysés et expertisés par des prévisionnistes.

En Normandie, des prévisionnistes sont répartis sur les sites de Caen, Cherbourg, Le Havre et Rouen. **La « Vigilance météorologique »** (cartes et bulletins relatifs aux phénomènes météorologiques) est un dispositif de Météo-France visant à informer simultanément les pouvoirs publics, les médias et les citoyens sur des risques météorologiques potentiels, leurs conséquences attendues et des conseils de comportement adaptés. Ce dispositif est le résultat d'une collaboration avec de nombreux partenaires de terrain (SCHAPI¹, SPC², SHOM³, InVS⁴). S'agissant du risque inondation, au niveau local, un dispositif complémentaire est mis à la disposition exclusive des maires et de la sécurité civile : avertissements de précipitations intenses à l'échelle des communes (établis à partir de données observées uniquement), émanant du service Vigicrues flash (prévisions de crues à très courte échéance). Il s'ajoute au service Vigicrues du SHAPI.

1 Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations

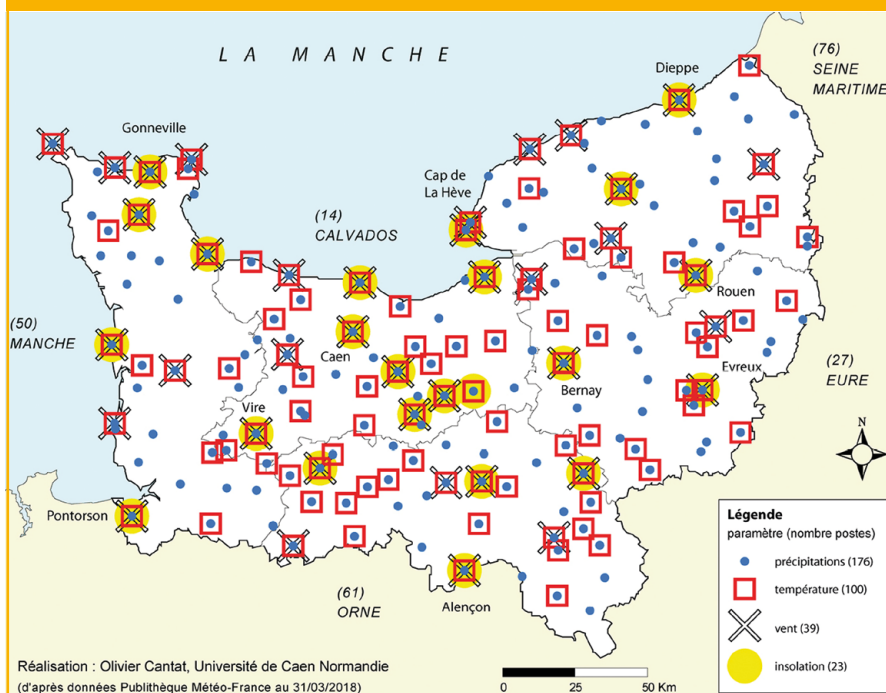
2 Service de Prévision des Crues

3 Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

4 Institut de Veille Sanitaire

Réseau des stations météorologiques en fonctionnement

Réalisation : Olivier Cantat - Sources : Météo France et Université de Caen Normandie



Réalisation : Olivier Cantat, Université de Caen Normandie
(d'après données Publiothèque Météo-France au 31/03/2018)

L'influence du climat sur l'environnement et les activités humaines

■ La régulation des écosystèmes et la répartition des espèces

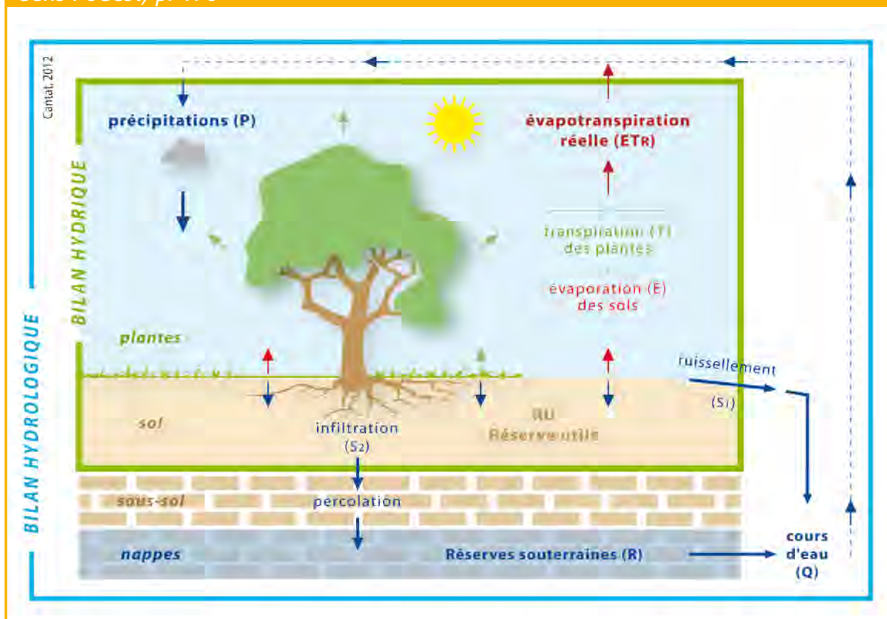
Le climat rythme les saisons et a des impacts sur l'ensemble des composantes de l'environnement : la qualité de l'air, l'écoulement des rivières et les nappes d'eau souterraines, la végétation et les sols, la biodiversité et les paysages, le système marin et littoral et, à plus long terme, les formes du relief. Ainsi, les échanges d'eau entre l'atmosphère et la terre s'organisent dans le cadre du cycle de l'eau. Deux « moteurs » permettent ces transferts incessants :

- la pesanteur qui fait tomber l'eau vers le sol sous forme de pluie ou de neige ;
- l'énergie du soleil qui ramène cette eau dans l'air sous forme de vapeur.

La figure ci-dessous présente de façon simplifiée le cheminement de l'eau. Le circuit intégral de l'eau dans la nature est schématisé à l'intérieur du cadre bleu (bilan hydrologique). La partie de ce bilan qui concerne l'alimentation en eau des plantes est représentée dans le sous-cadre vert (bilan hydrique). De manière générale, le climat a ainsi des impacts sur la ressource en eau : le débit des cours d'eau, les zones humides et les nappes d'eau souterraine... L'impact sur les écosystèmes se répercute sur l'ensemble des activités humaines.

Figuration simplifiée du bilan hydrologique et du bilan hydrique

Réalisation : Olivier Cantat, 2012, Programme Climaster, In *Changement climatique dans l'Ouest*, p. 196



Fleurs de pommiers



Sandrine Hélicher

Repères

Le cycle annuel du climat

« Le climat s'inscrit dans la durée et se réalise selon un cycle annuel, celui de la révolution terrestre autour du soleil. Au cours de ce cycle, les divers points de la planète présentent une exposition plus ou moins favorable à la réception du rayonnement solaire et à l'énergie qu'il apporte. L'étymologie trouve ici sa justification physique puisque, rappelons-le, "climatis", en grec, signifie "inclinaison". »

Source : Lucien Dorize

Repères

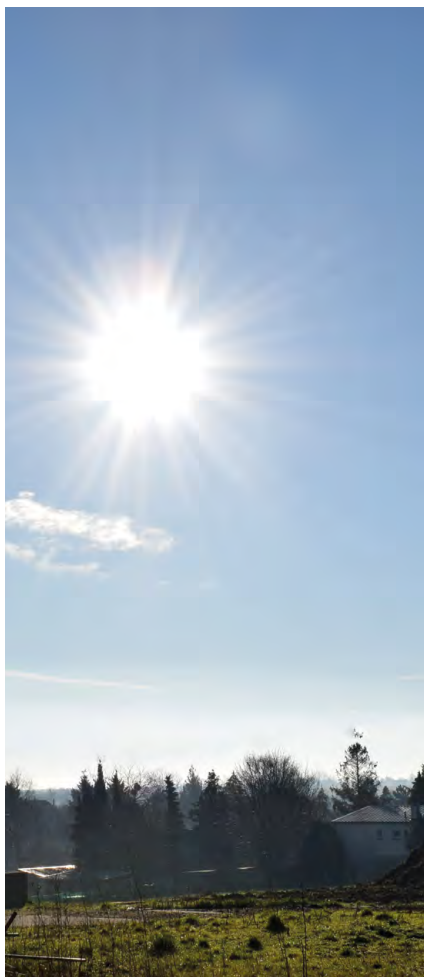
Le cycle de l'eau (extraits)

Quand les sols sont gorgés d'eau et/ou que les pluies sont très violentes, l'excédent de précipitations constitue le surplus hydrologique. Une part de ce surplus provoque une érosion des sols par ruissellement avant de rejoindre une rivière. L'autre partie traverse le sol et le sous-sol, contribuant à la recharge des nappes d'eau souterraines qui interviennent, elles aussi, dans l'alimentation des cours d'eau.

Canard pilet (*Anas acuta*)



Michel Collard



Valérie Guyot/DREAL Normandie

■ La diversité des espèces vivantes

La France métropolitaine est située en zone climatique tempérée. Le climat influence le type de végétation et la présence d'animaux. Derrière cette approche globale, il existe des contrastes plus ou moins marqués, liés notamment au relief et à la proximité de la mer. Des variantes locales peuvent ainsi déterminer des habitats spécifiques. Par exemple, des plantes boréales telles que la prêle des bois ou le capillaire blanc apprécient les pluies marquées du Massif armoricain ou du centre du Nord Cotentin. Le climat plus doux du littoral favorise, quant à lui, des espèces « méditerranéo-atlantiques » telles la giroflée des dunes et le diotis maritime.

À l'inverse, la diversité des espèces végétales et la répartition des différents types de paysages peuvent influencer directement le climat au niveau local. C'est le cas notamment pour ce qui concerne les conditions d'humidité et de température aux abords des forêts et grands lacs, par exemple.

■ Les activités humaines

La santé

L'influence des facteurs climatiques sur la santé est connue depuis l'Antiquité. La vie humaine s'est développée dans les conditions climatiques qui lui étaient favorables.

Hippocrate (460-377 av JC) - « *Quiconque désire étudier la médecine devra considérer les rapports entre les saisons de l'année, les vents, les eaux, la santé et la maladie* ».

Phénomènes liés au climat

- Variation des paramètres climatiques : températures, rayonnement solaire, pluie, vent...
- Sinistres naturels (inondations, mouvements de terrain...)

Incidences sur la population...

...consécutives aux variations de déterminants de l'environnement en lien avec les phénomènes climatiques :

- maladies vectorielles et zoonoses ;
- exposition aux ultra-violets ;
- maladies à transmission hydrique ;
- modification du cadre de vie : îlots de chaleur dans les secteurs très urbanisés...
- pathologies respiratoires, cardiovasculaires et allergies ;
- modification des rendements agricoles et perturbation des équilibres alimentaires.

Les ressources alimentaires et économiques : l'exemple de l'agriculture et de la sylviculture

Héritages de l'histoire et des progrès technologiques, les systèmes de productions agricoles et forestiers se sont progressivement spécialisés en s'appuyant sur les ressources en eau disponibles et en s'adaptant aux températures, à l'ensoleillement, aux épisodes venteux... Ces conditions ont amené des orientations territoriales. Peu à peu, les progrès technologiques et l'évolution des conditions d'exploitation ont conduit les professionnels à se détacher de certaines conditions dites « naturelles ».

L'élevage est une activité importante en Normandie, souvent associée à la polyculture. On retrouve ainsi les systèmes d'élevages herbagers sur les zones les plus arrosées et les plus exposées aux vents, à l'Ouest. Les zones les plus sèches du sud de l'Eure sont dominées par des cultures annuelles (céréales et oléoprotéagineux).

Comme pour les activités agricoles, le climat influence la composition et le développement des forêts et, par conséquent, la sylviculture qui y est pratiquée. La longueur des cycles de production forestière (de 40 à 200 ans) nécessite de prendre en compte, dès aujourd'hui, les évolutions à venir dans le choix des essences.

La pluviométrie annuelle est, par exemple, déterminante pour la vitalité du hêtre ou pour celle de l'épicéa de sitka, essences qui nécessitent une humidité élevée. Le déficit hydrique conditionne l'implantation et la vitesse de croissance de la plupart des espèces forestières. Il explique, ainsi, que le hêtre est très peu présent dans le Perche ou dans le sud-est de l'Eure, et que le sapin pectiné est encore cultivé autour de L'Aigle ou sur les hauteurs de la forêt d'Écouves.

Les organisations et implantations humaines

L'accès à l'eau a été déterminant pour le développement des activités humaines. De très nombreuses grandes villes se sont ainsi implantées à proximité d'un cours d'eau ou près de la mer.

Les ressources naturelles sont plus ou moins valorisables selon les progrès techniques et le contexte socio-économique. En Normandie, l'exemple le plus éloquent est l'importance des implantations humaines sur le littoral : la mer est d'abord une ressource alimentaire, puis devient en même temps une ressource économique avec la pêche, la conchyliculture, les échanges portuaires et le développement du tourisme.

Parfois, l'évolution économique a favorisé des implantations humaines très denses, au-delà des « capacités » d'approvisionnement naturelles du territoire, ce qui peut le rendre beaucoup plus vulnérable aux évolutions climatiques.

Culture du lin



Sandrine Héricher/DREAL Normandie

Boucles de Jumièges (Seine-Maritime)



DREAL Normandie



Le climat en Normandie : présentation et évolution

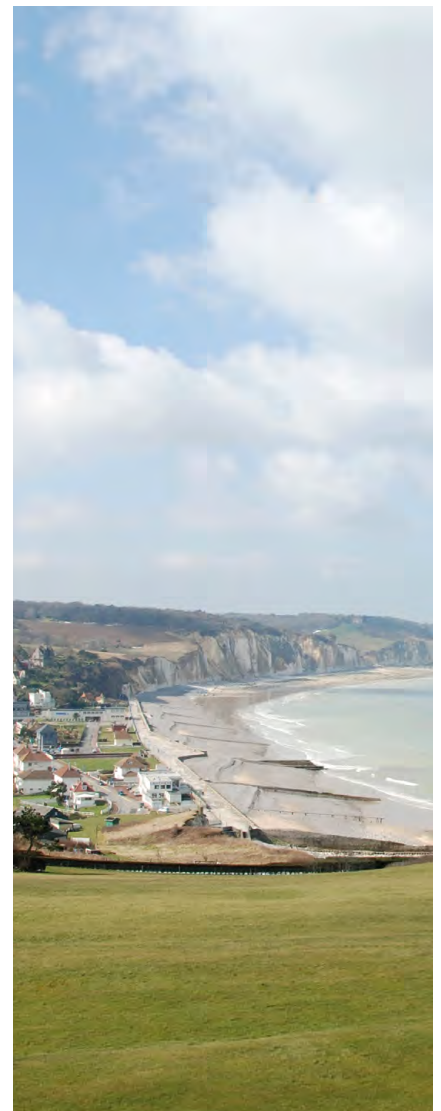
Un climat « variable »

La Normandie bénéficie d'un climat tempéré en raison des masses d'air en provenance majoritairement de l'Atlantique. L'océanité engendre, de plus, des précipitations en toutes saisons, diminuant globalement d'ouest en est, et une amplitude thermique relativement faible augmentant selon la même direction. L'hiver se caractérise par des types de temps le plus souvent humides, frais et venteux, conséquences du décalage vers le sud des influences de la dépression d'Islande. L'été est généralement doux et moins perturbé grâce à la remontée vers le nord de l'anticyclone des Açores et à la fréquence plus importante des temps calmes et clairs associés (Olivier Cantat, 2015).

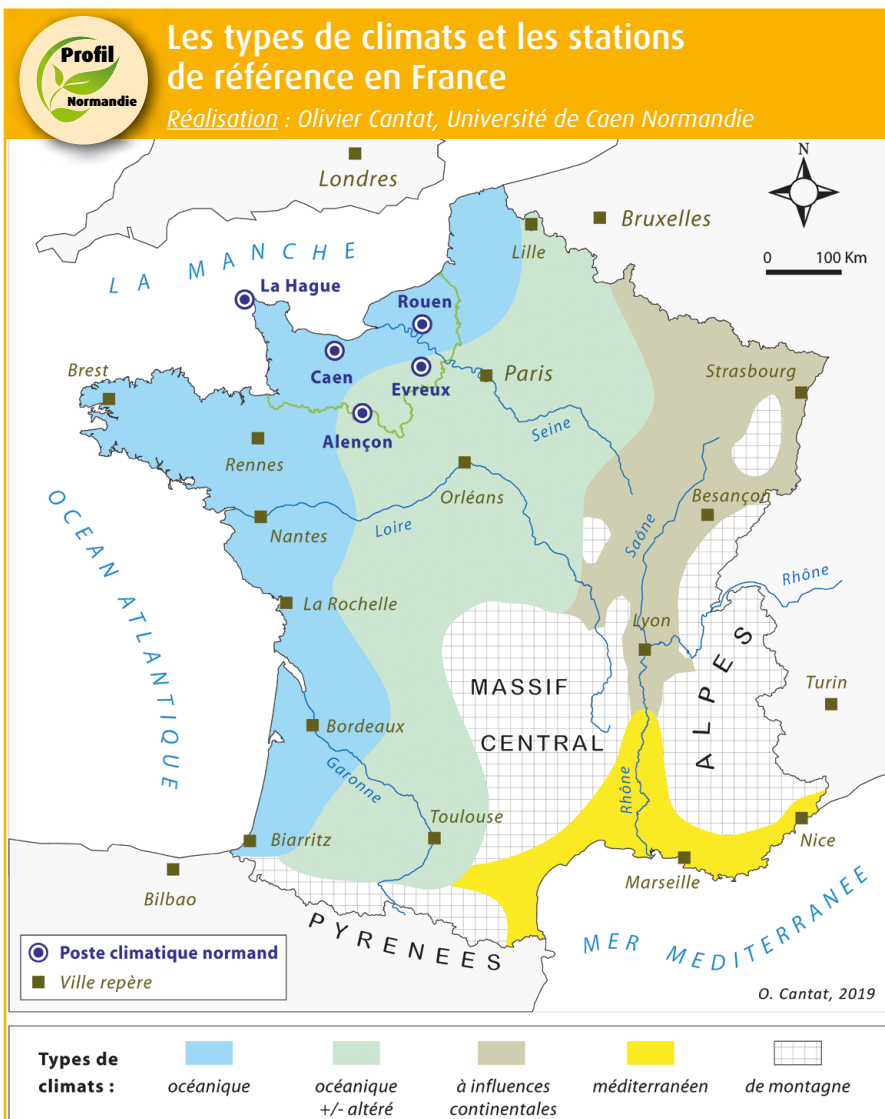
Plan du chapitre

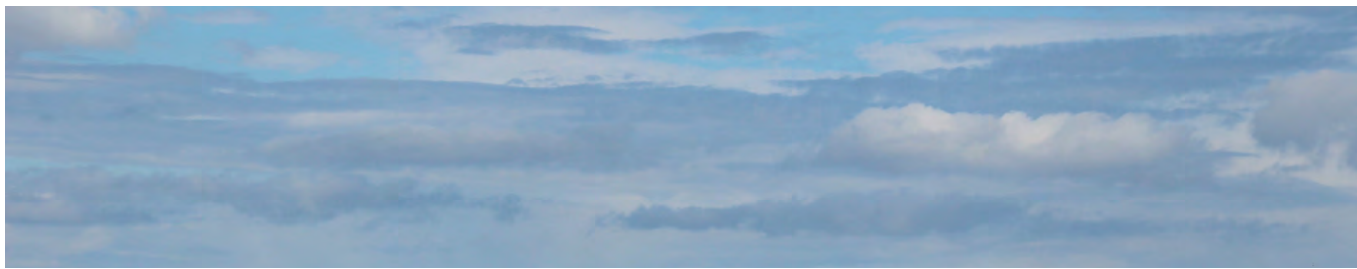
- ▶ Un climat « variable »
- ▶ La température de l'air
- ▶ Les occurrences de froid et de chaleur
- ▶ Les précipitations
- ▶ La saisonnalité des précipitations
- ▶ Le vent
- ▶ L'ensoleillement
- ▶ Le rayonnement solaire

Pourville (Seine-Maritime)



Véronique Martins/DREAL Normandie





Nina Esperas

Repères

Les projections climatiques à l'horizon 2100

Les cartes et graphiques présentés ci-après, selon les 2 scénarios les plus contrastés du GIEC, permettent de caractériser les principales évolutions possibles du climat.

Dans l'optique d'une continuité de la trajectoire actuelle des émissions de gaz à effet de serre (scénario RCP 8.5),

une hausse importante des températures (+4°C environ) et du nombre de jours de chaleur pourrait avoir lieu, associée à une diminution corrélative du nombre de jours de gel et de neige. Les précipitations totales seraient en baisse d'environ 11 %, avec une réduction plus sensible en été (-17 %) impliquant un fort assèchement des écosystèmes et des agrosystèmes, et un petit excédent en hiver source potentielle d'inondations plus fréquentes. **En revanche, si des efforts importants pour limiter les GES sont consentis (scénario RCP 2.6),** l'augmentation des températures sera moins forte (+1°C environ) et plafonnerait dans la seconde moitié du XXI^e siècle, avec des cumuls pluviométriques sensiblement équivalents à ceux de la période actuelle.

La Normandie est globalement marquée par les influences océaniques.

Trois grands types de climats se distinguent, nuancés à échelle plus fine par les facteurs géographiques locaux. Les températures et les précipitations varient principalement selon la topographie, l'exposition aux flux humides provenant majoritairement de l'ouest, et la distance à la mer. Enfin, le vent apparaît comme une composante particulièrement prégnante sur les littoraux.

Climat maritime (Type 1, cf. carte « Les principaux ensembles climatiques de Normandie », ton bleu) :

le Cotentin et l'ouest du département de la Manche forment l'ensemble le plus « océanisé » de la région : doux, humide et pluvieux. Les conditions deviennent plus douces en allant vers le sud : moins venteux et plus ensoleillé. La frange littorale se distingue par son caractère très éventé et tempéré : gel et chaleur rares, précipitations moins fréquentes et moins abondantes. Les contrastes pluviométrique et thermique sont parfois très prononcés en quelques kilomètres quand le relief est marqué (ex. : La Hague sur la côte et Gonneville sur les hauteurs). Il en est de même pour le Pays de Caux, dans une ambiance globalement plus fraîche (ex. : Dieppe et Goderville).

Climat contrasté des collines (Type 2, cf. carte « Les principaux ensembles climatiques de Normandie », ton vert) :

le Bocage normand est bien arrosé, voire très arrosé sur les reliefs les plus exposés au flux d'ouest, et frais en raison de l'altitude. Cependant, il existe des contrastes notables entre les « zones basses » (fonds de vallées, dépressions... ex. : Flers) et les hauteurs très pluvieuses (ex. : Coulouvray). On retrouve globalement les mêmes types de caractères dans le Pays de Bray, en plus frais. Moins directement soumis aux flux océaniques, le Pays d'Auge, le Lieuvin et le Roumois connaissent toutefois des précipitations assez marquées en raison des reliefs collinaires qui favorisent leur formation. Plus au sud, le Pays d'Ouche et le Perche bénéficient d'un caractère continental plus affirmé : précipitations atténuées et amplitudes thermiques plus fortes (ex. : Beaulieu).

Climat des plateaux abrités (Type 3, cf. carte « Les principaux ensembles climatiques de Normandie », ton orangé) :

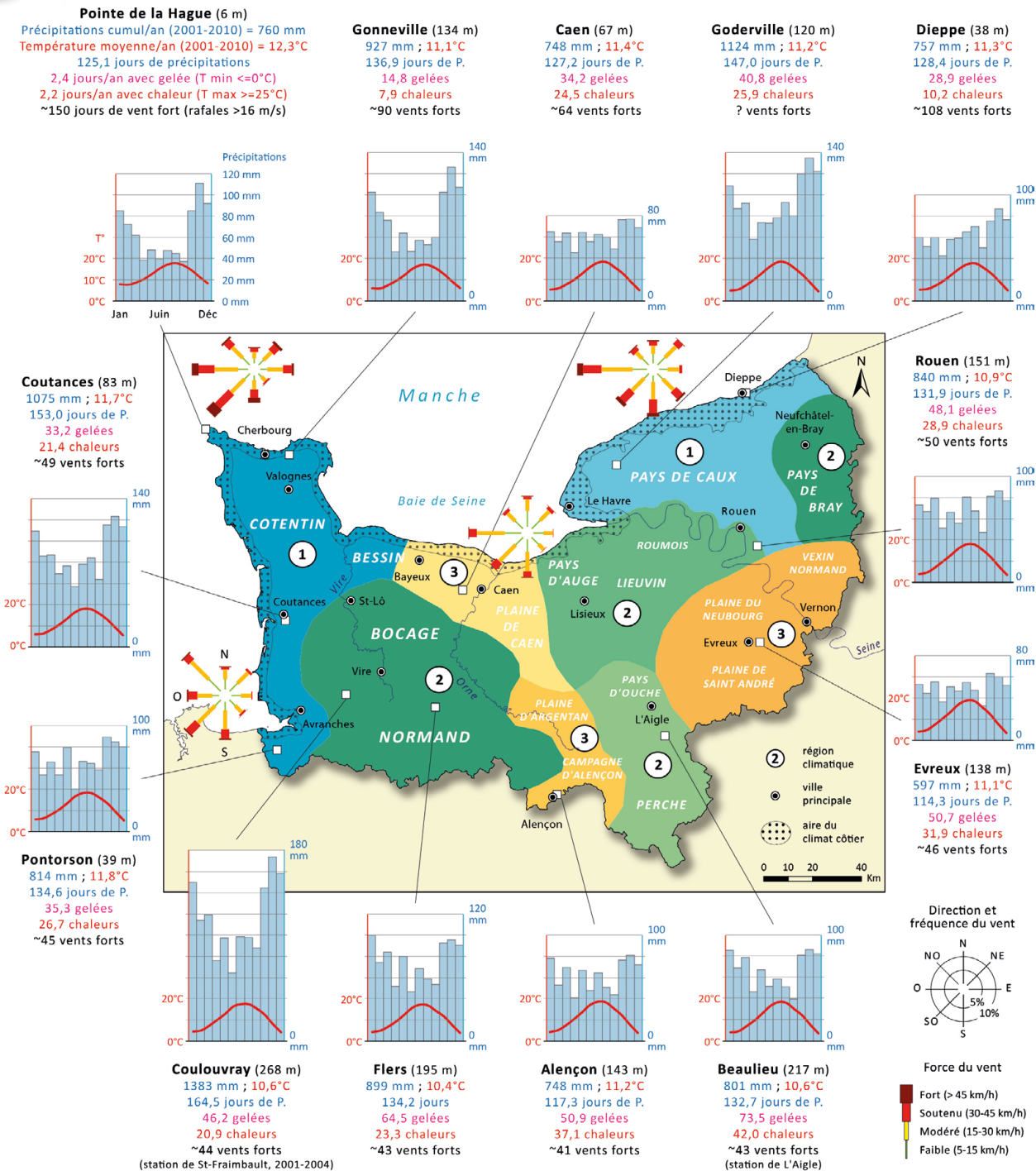
la Plaine agricole de Caen à Falaise, sous le vent des collines de Normandie, et proche de la mer, se caractérise par une pluviométrie et des contraintes thermiques modérées (ex. : Caen). Dans la Campagne d'Alençon, par effet de continentalité, les températures sont plus contrastées, avec communément 10 à 15 jours par an de plus de froid en hiver et de chaleur en été. La situation thermique est semblable dans les plaines agricoles de l'Eure, mais la pluviométrie est beaucoup plus faible (localement moins de 600 mm/an) en raison du double effet d'abri provoqué par les collines du Bocage normand et par celles qui s'étendent sur un axe du Pays d'Auge au Perche (ex. : Évreux).



Les principaux ensembles climatiques de Normandie

Réalisation : Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LEGT Caen, UMR 6554 CNRS, 2018.

Familles de climats : (1) maritime, (2) contrasté des collines, (3) d'abri des plateaux et côtier (plus venté, moins arrosé)



Les principaux ensembles climatiques normands

Familles de climats : (1) maritime, (2) contrasté des collines, (3) d'abri des plateaux, côtier (variante plus éventée et moins arrosée).

Document de synthèse conçu à partir de cartes de températures et de précipitations réalisées d'après les données Drias en points de grille CNRM Météo-France (maille de 8 km) et inspiré des cartes de Jean-Paul Trzpit de l'Atlas de Normandie (1965) et de la thèse de Gisèle Escourrou (1978). Les 13 diagrammes ombrothermiques sont dessinés à partir de données Météo-France sur la période 2001-2010. Les 4 roses des vents littorales sont dessinées à partir des données du modèle Aladin de Météo-France sur la période 1999-2009.

Réalisation : Olivier Cantat, GEOPHEN, LETG Caen, UMR 6554 CNRS, Université de Caen Normandie, 2018.

Repères

Les conditions de relevés de températures

La température « officielle » est mesurée dans des conditions normalisées afin de rendre comparables entre elles les valeurs observées en différents points. Le site doit être plan et dégagé (pour éviter des effets de confinement), couvert d'herbe (pour limiter l'échauffement artificiel dû aux surfaces minérales).

Le thermomètre doit être placé dans un abri blanc, muni de persiennes et à une hauteur voisine de 1,5 m au-dessus du sol (pour protéger le capteur du rayonnement solaire et assurer une bonne circulation d'air). Pour ces diverses raisons, on parle communément de « température de l'air sous abri ».

Cricqueville-en-Auge (Calvados)



Patrick Galineau

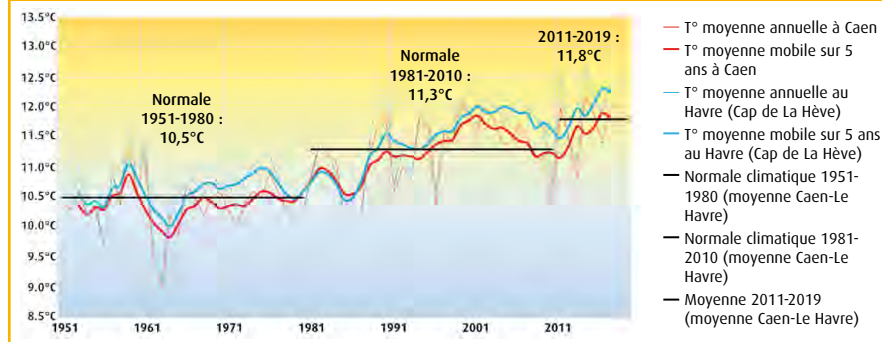
La température de l'air

■ Constat et évolution sur la période actuelle (1951-2019)

La proximité de la mer joue un rôle primordial sur les températures en donnant au climat son caractère « tempéré ». La moyenne annuelle est voisine de 11°C, avec des nuances plus fraîches se calquant sur la carte du relief (perte moyenne de 0,6°C par 100 m d'élévation) et des nuances plus douces le long des côtes. L'écart peut atteindre 2°C entre le littoral situé au nord de la presqu'île du Cotentin (≈ 12°C) et les plus hautes collines très arrosées et plus fraîches du Bocage normand (≈ 10°C). Les cartes et les graphiques des températures expriment le caractère tempéré des littoraux, aux hivers frais et aux étés doux, contrastant avec les amplitudes plus marquées de l'intérieur des terres aux hivers plus froids et aux étés plus chauds. Ainsi, en moyenne, une matinée d'hiver est environ 4°C plus froide à Alençon qu'à La Hague, et inversement en été avec des après-midi plus frais de 4°C sur ce littoral « finistérien », rafraîchi par les eaux de la Manche. Une forte variabilité interannuelle naturelle caractérise la région. La chronique traduit l'existence d'années plus froides (1956, 1963, 1985, 1996, 2010) et d'années plus chaudes (1959, 1989, 2002, 2014, 2016).

Évolution des températures moyennes annuelles à Caen et au Havre de 1951 à 2019

Réalisation : Olivier Cantat - Données Météo-France



Les températures moyennes ont augmenté d'environ 0,6 à 0,9°C entre les deux Normales (1951-1980 et 1981-2010). Le réchauffement apparaît au milieu des années 1980, plafonne dans les années 2000 puis semble progresser à nouveau dans la décennie en cours. Toutes les valeurs annuelles les plus élevées se sont produites durant ce début de XXI^e siècle.

■ Projections climatiques à l'horizon 2100

Les projections montrent un « coup de chaud » important d'environ 4°C si aucune politique de réduction des GES n'est entreprise à l'échelle mondiale (scénario RCP 8.5). Ce réchauffement serait plus marqué dans les terres que sur les littoraux, conférant à ces espaces une position privilégiée durant les étés qui pourraient prendre, dans les terres, une tournure caniculaire de façon habituelle, à l'image de l'année 2003. Dans la région d'Alençon, les maximales moyennes au mois d'août dépasseraient 30°C (6°C de plus que la Normale actuelle). Le littoral du Nord Cotentin amortirait cette hausse (4°C de plus que la Normale actuelle) avec moins de 22°C. En revanche, en cas d'application des accords de Paris 2015, le réchauffement serait limité à environ 1°C (scénario RCP 2.6).



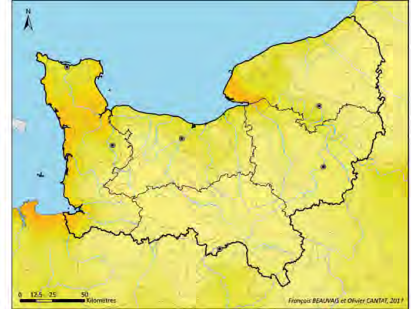
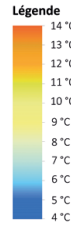
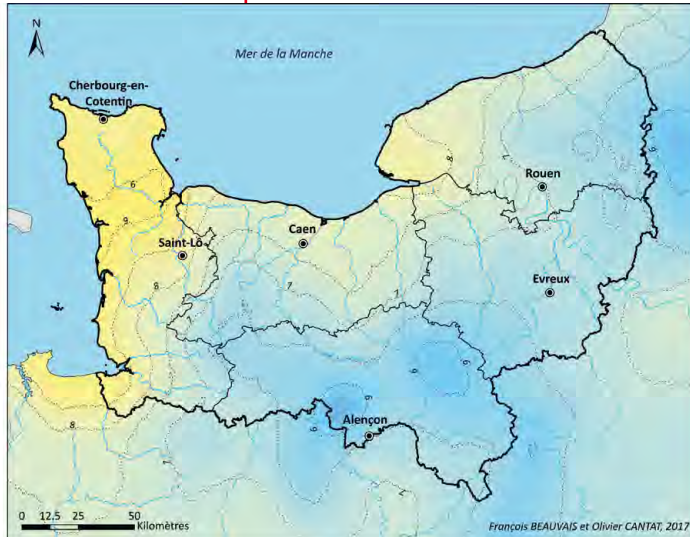
Comparaison de la température minimale annuelle Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018

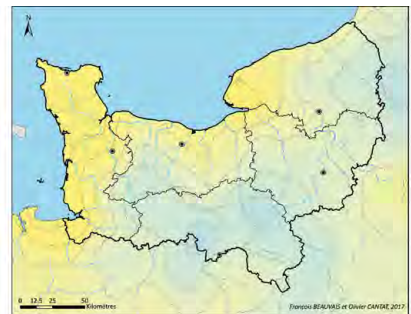
Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

Températures minimales annuelles : moyenne des températures minimales relevées chaque jour de l'année.

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique



RCP 2.6 : scénario avec politique climatique



RCP : Representative Concentration Pathway



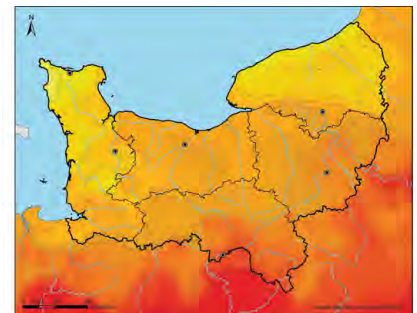
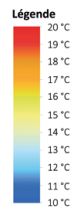
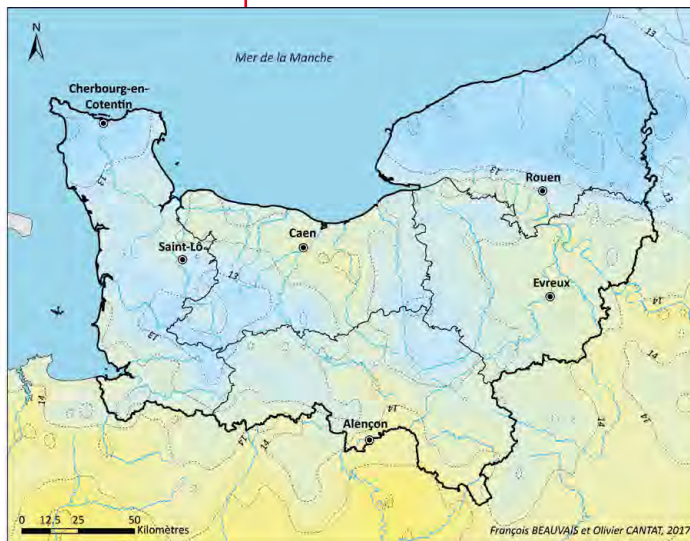
Comparaison de la température maximale annuelle Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018

Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

Températures maximales annuelles : moyenne des températures maximales relevées chaque jour de l'année.

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique



RCP 2.6 : scénario avec politique climatique



RCP : Representative Concentration Pathway

Repères

Plus que la température de l'air, le nombre de jours de gelée (mini $\leq 0^{\circ}\text{C}$) et de chaleur (maxi $\geq 25^{\circ}\text{C}$) sont des marqueurs concrets du climat en raison de leurs effets sur les humains (sensations physiologiques) et sur leurs activités (agriculture, transports...).



Fabrice Thérèse/DREAL Normandie

Définitions

- **Jours de froid** : $T^{\circ} \text{ mini} \leq 0^{\circ}\text{C}$
- **Jours de grand froid** : $T^{\circ} \text{ mini} \leq -5^{\circ}\text{C}$
- **Jours de très grand froid** : $T^{\circ} \text{ mini} \leq -10^{\circ}\text{C}$

Qu'est-ce qu'une vague de froid ?

C'est un épisode de temps froid caractérisé par sa persistance, son intensité et son étendue géographique. L'épisode dure au moins deux jours. Les températures atteignent des valeurs nettement inférieures aux normales saisonnières de la région concernée. Le grand froid, comme la canicule, constitue un danger pour la santé et pour les écosystèmes.

Les occurrences de froid et de chaleur

■ Constat actuel

Malgré son appartenance au domaine tempéré océanique, la Normandie connaît des épisodes aux caractères thermiques bien tranchés, notamment dans les terres. Ainsi, dans les confins méridionaux et orientaux de la région, on enregistre communément plus de 50 jours de gelées et de 30 jours de chaleur par an. Ces phénomènes débordent le cœur de la saison froide et de la saison chaude.

Au sud de la région, les premières gelées apparaissent en moyenne dès octobre et les dernières se produisent en avril, voire en mai. Inversement, la chaleur est possible dès avril et se prolonge parfois en octobre. Une grande variabilité naturelle, d'une année à l'autre, caractérise la région. Ainsi, à Alençon, les gelées oscillent entre 19 jours en 2014 et 82 jours en 1963. Dans le Perche, la continentalité est encore plus prononcée, avec de l'ordre de 70 gelées et 40 jours de chaleur par an. À l'opposé, un isolat thermique doux apparaît sur le nord du Cotentin : ici, le gel et la chaleur sont véritablement exceptionnels, moins de 5 jours par an !

■ Évolution sur la période actuelle (1951-2019)

L'évolution entre les Normales 1951-1980 et 1981-2010 est marquée à Alençon par une réduction de 9 jours des gelées et une augmentation de 9 jours des chaleurs. Pour La Hague, le faible nombre d'occurrences limite la significativité de la variation observée (2 jours de gelée en moins et 1 jour de chaleur en plus). Sur le littoral, on constate l'absence de pics de gelées depuis 1991 (aucune valeur supérieure à 8 jours par an) et un caractère très légèrement plus présent des jours de chaleur dans la première décennie du XXI^e siècle.

■ Projections climatiques à l'horizon 2100

Le scénario « optimiste » RCP 2.6 se traduirait, sur la région, par des changements assez faibles dans la fréquence du froid et de la chaleur. Ces changements seraient plus sensibles dans les secteurs continentaux.

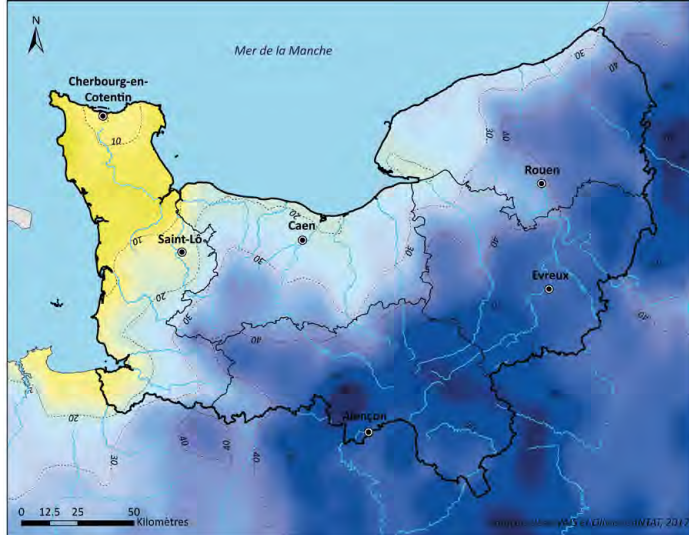
En revanche, le scénario « pessimiste » RCP 8.5 s'accompagnerait d'une diminution drastique des gelées, avec leur quasi-disparition dans le Cotentin. *constrario*, on assisterait à une véritable explosion des jours chauds à l'intérieur des terres où l'on pourrait atteindre des valeurs supérieures à 80 jours par an, soit l'équivalent des régions méditerranéennes françaises actuelles. Le Cotentin conserverait des conditions estivales agréables.



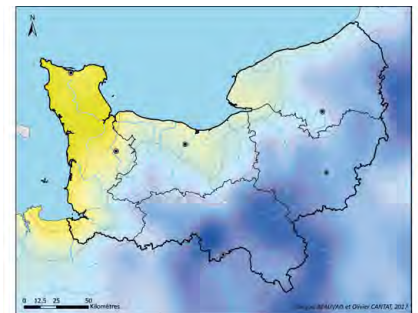
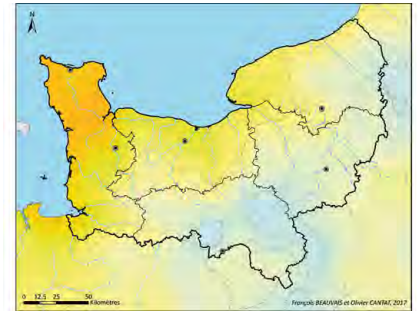
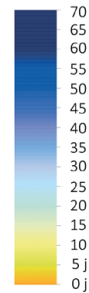
Comparaison du nombre de jours de gel annuel ($T^{\circ} \text{ mini} \leq 0^{\circ}\text{C}$) Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018
Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique



Légende



RCP 2.6 : scénario avec politique climatique

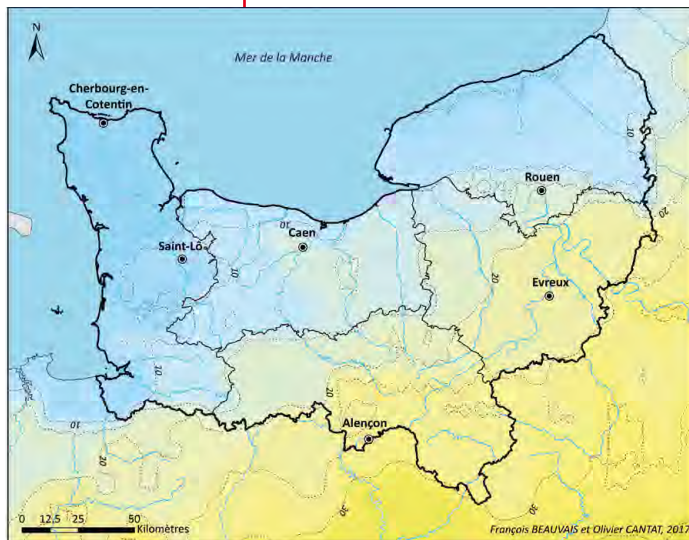
RCP : Representative Concentration Pathway



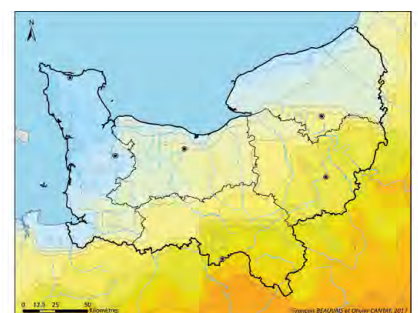
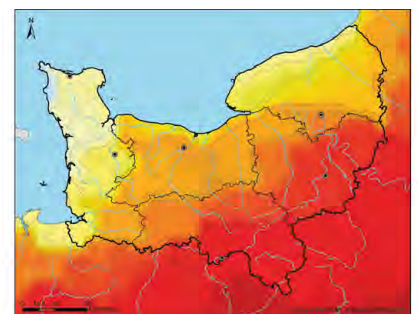
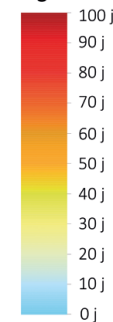
Comparaison du nombre de jours de chaleur annuel ($T^{\circ} \text{ maxi} > 25^{\circ}\text{C}$) Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018
Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique



Légende



RCP 2.6 : scénario avec politique climatique

RCP : Representative Concentration Pathway

Définitions

Les précipitations, exprimées en mm, correspondent à l'épaisseur de la lame d'eau tombée au sol, mesurée après une averse ou un épisode pluvieux. **Une valeur de 1 mm représente 1 litre d'eau pour 1 m².**

Lorsque les précipitations se produisent sous forme de neige, on mesure l'épaisseur de la couche sur une table à neige. On en donne aussi l'équivalent en eau liquide grâce à la fusion provoquée par une résistance chauffante placée tout autour du pluviomètre. Sous nos climats, 1 cm de neige produit généralement 1 mm d'eau liquide (moins si la neige est « poudreuse », remplie d'air, plus si la neige est « lourde », gorgée d'eau).

Le nombre de jours de précipitations correspond au nombre de fois où, dans le cadre de 24 heures, le cumul a atteint ou dépassé certains seuils (1 mm pour parler de précipitations significatives, 10 mm pour les précipitations fortes).

La Rouvre à la Roche d'Oëtre (Orne)



Fabrice Thérèse

Le niveau des précipitations

■ Constat actuel

Le relief joue un rôle majeur sur les flux humides en provenance de l'Ouest. Les données mesurées mettent en évidence un cumul annuel pouvant varier du simple au double, d'un endroit à l'autre de la région. Le nombre de jours de précipitations permet de nuancer l'image pluvieuse de la Normandie. Les plus fortes précipitations s'observent sur les hauteurs les plus exposées à l'extrémité ouest du Bocage, avec des cumuls pouvant ponctuellement dépasser 1 300 mm par an. Les hauteurs du Nord Cotentin et de l'ouest du Pays de Caux bénéficient, elles aussi, d'un arrosage important (entre 900 et 1 100 mm). Le Pays d'Auge et le Pays de Bray sont légèrement moins arrosés. Les secteurs les plus secs correspondent à des positions d'abri, notamment sous les collines de Normandie, « diagonale sèche » allant de Caen à Argentan, et plus encore à l'est de la région, dans les plaines du Neubourg et de Saint-André (Évreux : 598 mm). Le caractère le plus frappant est la très grande variabilité d'une année à l'autre. Les cumuls peuvent varier du simple au double, de façon aléatoire. Ainsi, dans les secteurs abrités, les cumuls oscillent couramment entre 400 et 1 000 mm par an. Sur les hauteurs occidentales, les cumuls fluctuent entre 800 et 1 800 mm par an.

■ Évolution sur la période actuelle (1951-2019)

Durant les dernières décennies, on observe une légère augmentation des cumuls annuels, de l'ordre de +4 à +5 % entre les deux Normales 1951-1980 et 1981-2010.

Évolution des précipitations en Normandie entre 1951 et 2019

Réalisation : Olivier Cantat - Données Météo-France



■ Projections climatiques à l'horizon 2100

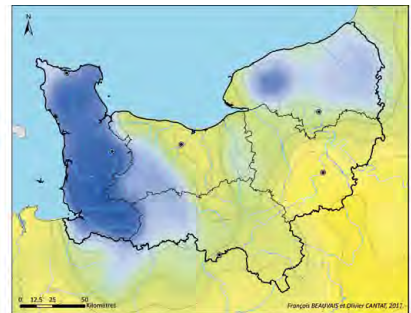
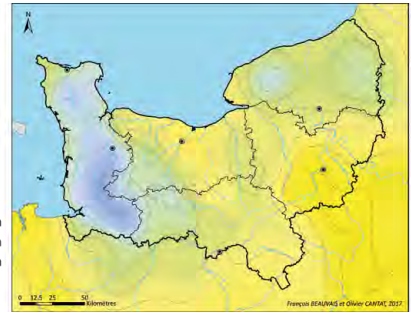
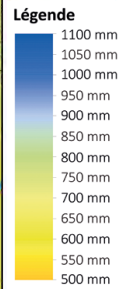
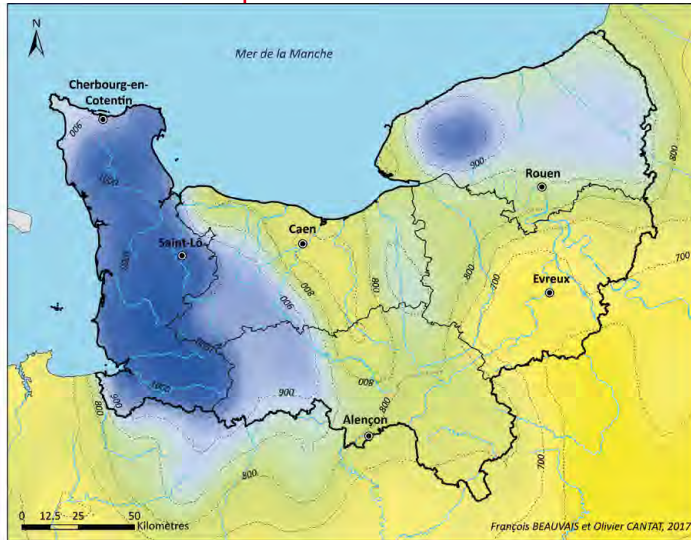
À l'échelle annuelle, les précipitations seraient très peu modifiées dans l'optique du scénario « optimiste » RCP 2.6. En revanche, avec le scénario « pessimiste » RCP 8.5, la région enregistrerait sur l'année une diminution notable des cumuls (de -50 à -150 mm) et des jours de précipitations (perte de 20 à 25 jours). Dans la région de Caen, par exemple, les données annuelles modélisées passeraient de 733 mm répartis sur 134 jours durant la période de référence actuelle, à 657 mm (-76 mm, -10 %) et 112 jours (- 22 jours, -16 %) à l'horizon 2100.



Comparaison du cumul annuel de précipitations Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018
Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique



RCP 2.6 : scénario avec politique climatique

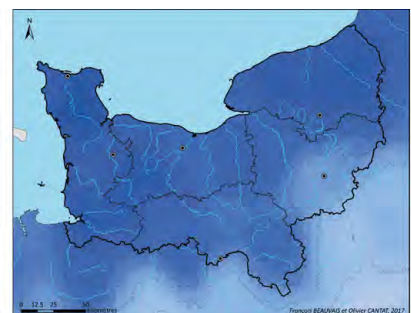
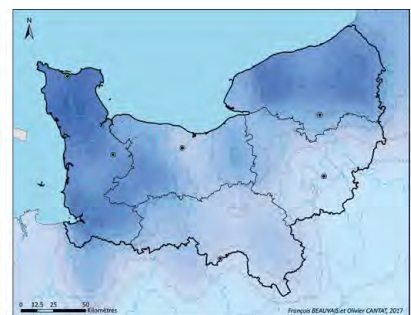
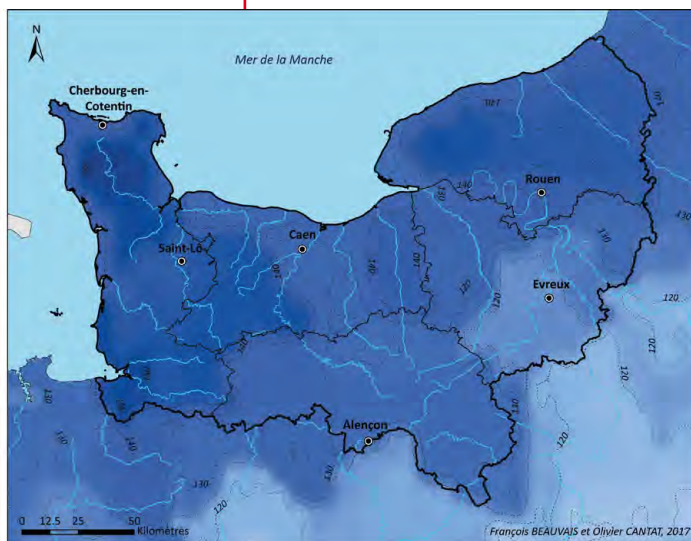
RCP : Representative Concentration Pathway



Comparaison du nombre de jours de précipitations significatives ($P \geq 1$ mm/jour) Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018
Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique

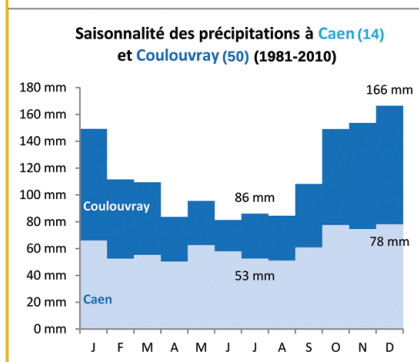


RCP 2.6 : scénario avec politique climatique

RCP : Representative Concentration Pathway

Saisonnalité des précipitations

Réalisation : Olivier Cantat



Champ de blé de la Plaine de Caen (Calvados)



Séverine Bernard/DREAL Normandie

La saisonnalité des précipitations

■ Constat actuel

Pour envisager plus concrètement les précipitations et leurs conséquences, il est usuel, en climat océanique, de décomposer l'année en deux périodes : le semestre froid d'octobre à mars (phase de repos végétatif et de surplus hydrologiques) et le semestre chaud d'avril à septembre (phase de développement des plantes et de dessèchement progressif des sols par déficit hydrique).

Les apports pluviométriques apparaissent plus importants durant le semestre froid que durant le semestre chaud. Le contraste géographique saisonnier est nettement plus fort durant la période froide. Les cumuls mensuels peuvent être supérieurs de 100 mm sur les collines les plus exposées, comparativement aux secteurs abrités. Durant la période chaude, les excédents se limitent à environ 30 mm. Sur la Normale 1981-2010, en décembre, il tombe :

- 166 mm à Coulouvray,
- 78 mm à Caen,
- et seulement 60 mm à Évreux.

■ Projections climatiques à l'horizon 2100

Si le cumul annuel est quasi stable pour le scénario « optimiste » RCP 2.6 durant l'ensemble du XXI^e siècle, sa décomposition saisonnière fait ressortir une évolution saisonnière différenciée, avec une très légère accentuation des écarts entre un semestre froid plus arrosé et un semestre chaud plus sec, à l'image de la région de Caen avec +4 % et -4 %.

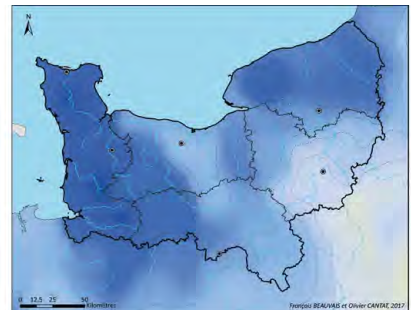
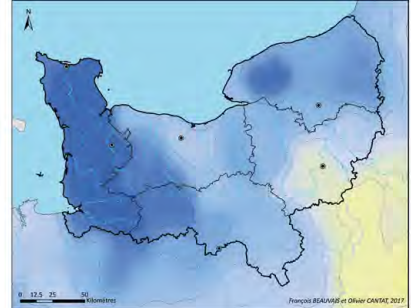
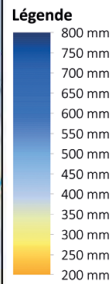
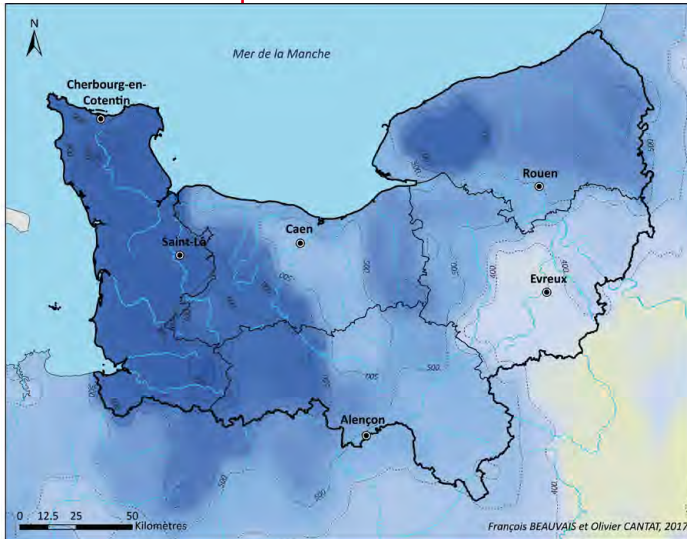
Avec le scénario « pessimiste » RCP 8.5, la fin du XXI^e siècle présenterait une évolution beaucoup plus franche (diminution globale d'environ 10 à 12 % pour le cumul annuel), liée à une forte baisse des cumuls entre avril et septembre. L'exemple de Caen est significatif : le semestre froid verrait une stabilisation des précipitations au niveau actuel (après une phase intermédiaire légèrement plus arrosée entre 2021 et 2070), alors que la chute serait très prononcée durant le semestre chaud (-22 %), entraînant possiblement des problèmes pour l'alimentation en eau à des fins agricoles, industrielles et domestiques.



Comparaison du cumul de précipitations entre octobre et mars, « saison humide » Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC RCP 2.6 et RCP 8.5 (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018
Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique



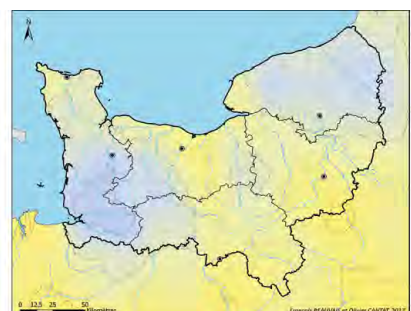
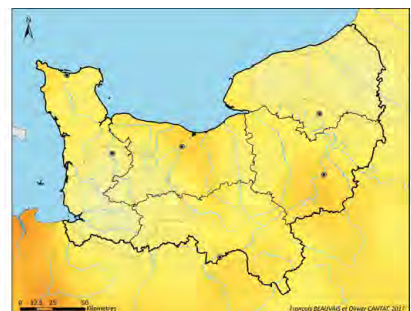
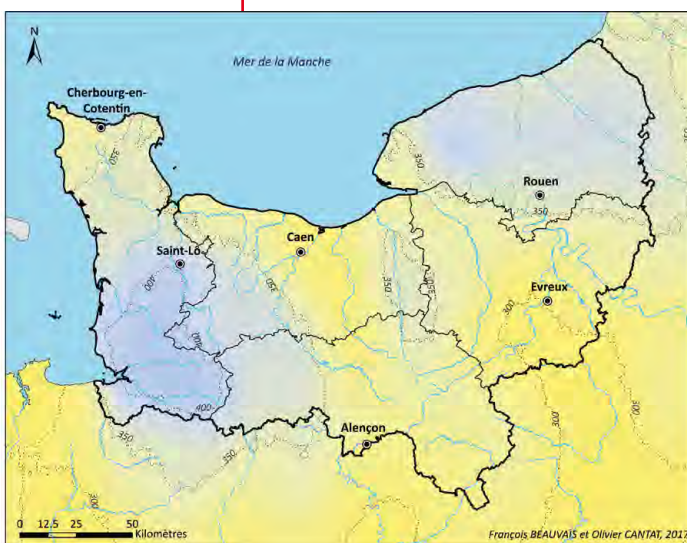
RCP 2.6 : scénario avec politique climatique



Comparaison du cumul de précipitations entre avril et septembre, « saison végétale » Période 1976-2005 et scénarios prospectifs du GIEC (horizon 2100)

Réalisation : François Beauvais, Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018
Source : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPLS », simulations CNRM-2014

RCP 8.5 : scénario sans politique climatique



RCP 2.6 : scénario avec politique climatique

Définition

Le vent est la composante horizontale du déplacement de l'air dans l'atmosphère.



Sandrine Hélicher/DREAL Normandie

Repères

Le vent est le paramètre météorologique le plus sensible aux effets de site. Il est mesuré dans sa composante horizontale. Pour être la plus représentative des conditions régionales, sa mesure est effectuée au sommet d'un mât de 10 mètres, placé dans un environnement dégagé le plus possible de tout obstacle naturel et de toute construction. Le vent est connu par 2 grandeurs : sa force (en m/s, nœuds ou km/h) et sa direction (en degré ou points cardinaux).

Le mode de représentation le plus classique est la rose des vents. Le graphique transcrit les fréquences moyennes annuelles des directions du vent (en pourcentage) par groupes de vitesses. Les statistiques sont réalisées à partir des valeurs tri-horaires de direction et de vitesse du vent.

Le vent

Le vent est une des composantes marquantes du climat normand, particulièrement sur le littoral où rien ne vient freiner sa course. Simple brise rafraîchissante en été, il peut devenir dévastateur lors des grandes tempêtes, comme ce fut le cas en 1987 et 1999. Sur la région, le régime de vent dominant est de secteur ouest à sud-ouest, en relation avec la position moyenne des basses pressions subpolaires au Nord (dépression d'Islande) et des hautes pressions subtropicales au Sud (anticyclone des Açores).

■ La géographie du vent

La force du vent présente des contrastes très importants entre le littoral, d'une part, et les plaines et cuvettes intérieures abritées, d'autre part. Fort logiquement, ce sont les côtes ouest et nord du Cotentin, ainsi que le littoral cauchois, qui enregistrent les vents les plus forts, notamment l'hiver.

Les côtes calvadosiennes sont en partie protégées des vents d'ouest les plus violents par la presqu'île du Cotentin. Sur ces côtes basses densément urbanisées, les risques de submersions marines associés aux tempêtes sont davantage le fait des vents forts de nord-est, dont la fréquence est moindre.

La fréquence des temps calmes et des vents faibles augmente significativement loin de la mer et dans les secteurs protégés par le relief. Sur les roses des vents de la carte ci-contre, le passage d'un ton orangé à vert en atteste. La direction du vent est affectée par les grands dispositifs topographiques, avec une canalisation ouest sud-ouest dans l'axe de la Manche et, plus localement, un redressement méridien des flux en Baie du Mont-Saint-Michel.

■ La saisonnalité du vent

On observe un fort contraste entre la saison froide venteuse et la saison chaude, plus calme. Ce régime s'accompagne toujours d'un gradient marqué entre les littoraux éventés et les intérieurs abrités. Ainsi, sur les hauteurs dominant Cherbourg, de novembre à mars, le vent souffle fort de 10 à 15 jours par mois, alors que dans les grandes plaines abritées du Sud ornaie (Alençon), cette fréquence tombe à des valeurs situées entre 3 et 6 jours. De juin à septembre, la fréquence des vents forts est au plus bas et s'homogénéise (de 2 à 4 jours par mois).

■ Évolution sur la période actuelle des vents forts et des tempêtes (1951-2019)

Sur le long terme, le caractère chaotique de la distribution n'indique pas de tendance affirmée. La période actuelle moins éventée connaît un équivalent dans

la fin des années 1960 et le début des années 1970. L'année 1990 se distingue par des vents forts et des tempêtes, notamment en février, accompagnés d'une mer agitée et de submersions sur le littoral.

Pour les tempêtes, la série est également très irrégulière. Il semble toutefois que ces événements extrêmes sont moins fréquents depuis la dernière décennie du XX^e siècle. Les données modélisées sur le futur n'indiquent pas de tendance significative.

Repères

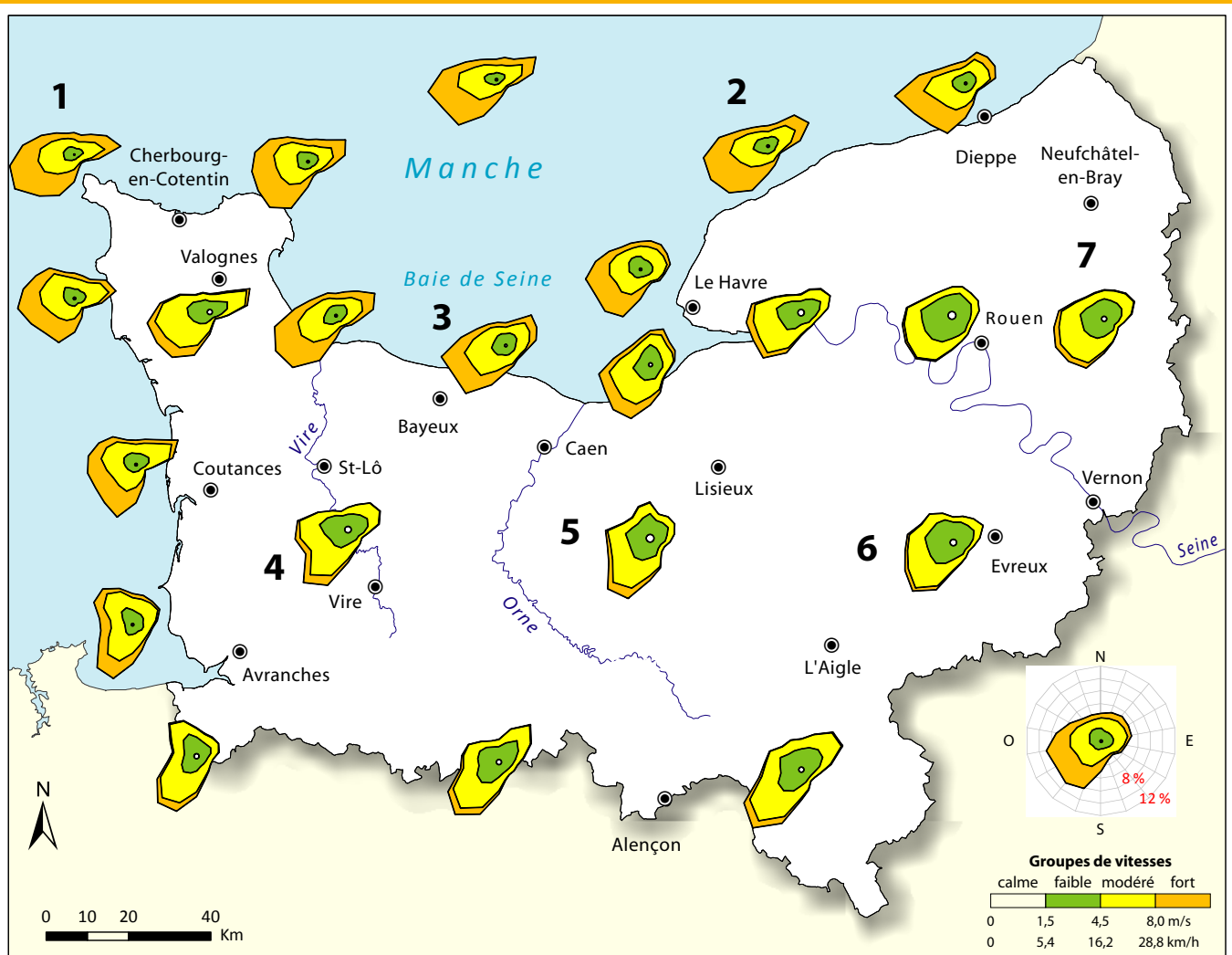
Sur la Normale 1981-2010, on relève ainsi plus de 140 jours de vents forts à la Pointe de La Hague, 129 au Cap de La Hève et 110 à Granville, contre seulement 74 jours à Caen, 53 à Rouen, 51 à Évreux et 45 à Alençon.



Le vent en Normandie

Carte et tableau de synthèse établis à partir des vents tri-horaires modélisés du modèle « Aladin » de Météo-France sur la période 1999-2009

Réalisation : Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018



classes	m/s	littoral			région intérieure			
		exposé La Hague	exposé Etretat	abrité (baie) Bernières	Bocage de Vire	Plaine de Caen	Plaine d'Evreux	Pays de Bray
		1	2	3	4	5	6	7
calme	< 1,5	2.6%	3.6%	3.9%	8.8%	10.1%	8.6%	7.2%
faible	[1,5;4,5[20.5%	24.0%	30.1%	44.6%	46.4%	53.5%	47.2%
modéré	[4,5;8,0]	39.0%	35.9%	40.4%	39.7%	37.7%	34.8%	40.3%
fort	> 8	37.9%	36.5%	25.6%	6.9%	5.8%	3.1%	5.3%

Définition

L'**ensoleillement** correspond approximativement au temps pendant lequel le soleil brille suffisamment fort pour projeter sur le sol une ombre aux contours nets.

Repères

- « Beau temps » : fraction d'ensoleillement ≥ 80 %
- « Temps gris » : fraction d'ensoleillement < 20 %
- « Temps totalement couvert » : fraction d'ensoleillement = 0 %

Primevères des jardins (*Rimula vulgaris*)



Sandrine Héricher/DREAL Normandie

L'ensoleillement

Pour traduire plus concrètement, à travers les saisons, les impressions de temps clair ou couvert, il est souvent fait appel au concept de fraction d'insolation : il s'agit du rapport entre la durée du jour et la durée d'ensoleillement. À titre d'exemple, 50 % d'insolation représente chaque jour environ 4 heures de soleil direct au 21 décembre et 8 heures au 21 juin.

■ La géographie de l'ensoleillement

L'ensoleillement annuel varie d'environ 300 heures sur la région, allant de moins de 1 600 heures à près de 1 900 heures (de 36 à 43 % d'insolation environ). Les secteurs les plus couverts se trouvent dans le nord du Cotentin et sur les hauteurs de la Seine-Maritime. Les plus ensoleillés se situent le long des littoraux sud de la façade du département de la Manche et de la Baie de Seine. Ils bénéficient d'un brassage de l'air plus fort, dispersant plus rapidement les brumes et les nuages. Dans les terres, l'ensoleillement est intermédiaire, avec des nuances entre les secteurs de plaines abritées et les hauteurs bocagères qui « accrochent » davantage les nuages.

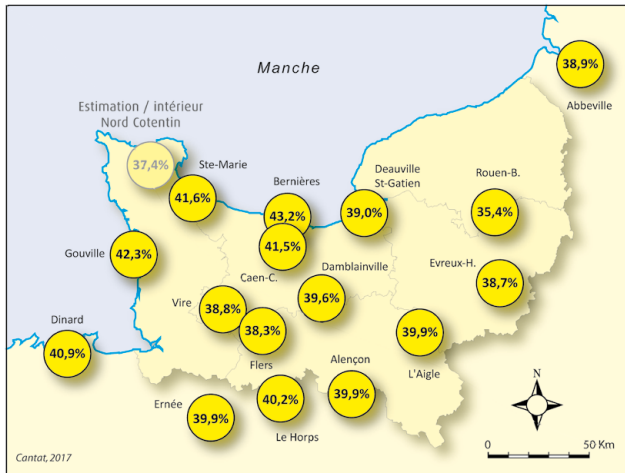
■ La saisonnalité de l'ensoleillement

Selon la Normale 1981-2010, la durée d'ensoleillement triple entre les mois de novembre à janvier et les mois lumineux de mai à août. Cet accroissement s'explique par la concomitance de l'allongement de la durée du jour et de la diminution de la couverture nuageuse. En termes de fraction d'insolation, on observe des fluctuations de 20 à 30 % en hiver et de 40 à 50 % en été.

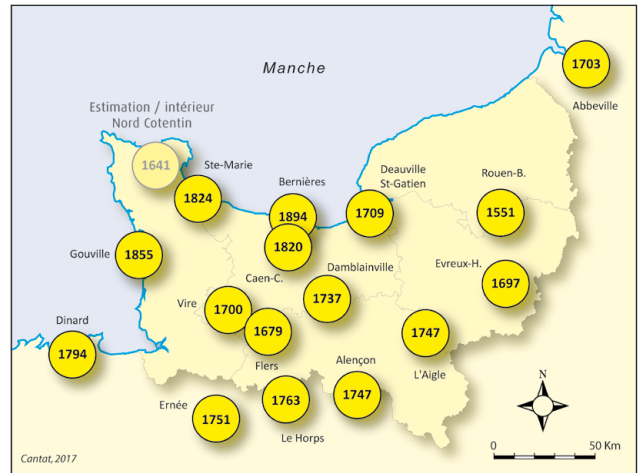
■ Évolution sur la période actuelle

Le nombre de jours de beau temps et de temps couvert souligne de grandes fluctuations sur la Normandie. La tendance, sur les six dernières décennies, semble légèrement plus nuageuse mais ce qui domine est avant tout la variabilité interannuelle : on opposera classiquement des années plus ensoleillées comme 1959, 1976, 1989-1990, 2003, à des années plus nuageuses comme 1968, 1981 ou 1994. Les fluctuations de la circulation atmosphérique expliquent ces situations différentes. Il n'existe pas de données modélisées pour l'ensoleillement à l'horizon 2100.

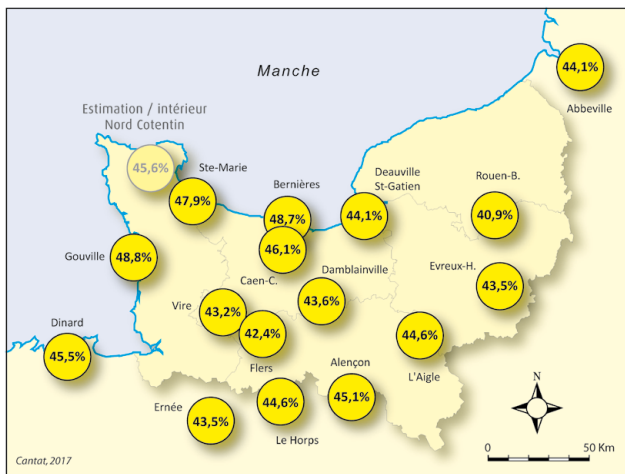
Fraction annuelle de l'ensoleillement en Normandie (données Météo-France, moyenne sur la période 2006-2015)



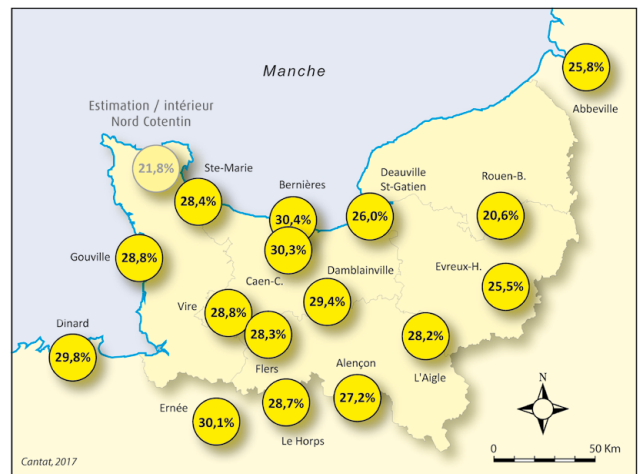
Durée totale annuelle de l'ensoleillement en Normandie (données Météo-France, valeurs exprimées en heures, moyenne sur la période 2006-2015)



Fraction estivale d'ensoleillement en Normandie (données Météo-France, moyenne sur la période 2006-2015)



Fraction hivernale d'ensoleillement en Normandie (données Météo-France, moyenne sur la période 2006-2015)



Définition

Le **rayonnement solaire** est la quantité d'énergie solaire parvenant à la surface du sol.

Repères

Pour avoir une idée précise du **potentiel solaire**, la mesure d'insolation est complétée par la quantification du rayonnement solaire sur une surface horizontale, exprimé en énergie (Joules/cm²) ou en puissance (W/m²).

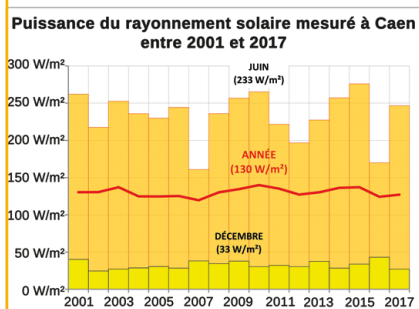
Panneaux solaires



Nadège Basset

Puissance du rayonnement solaire

Réalisation : Olivier Cantat



Le rayonnement solaire

La connaissance du rayonnement solaire permet d'évaluer le gisement solaire d'une région ou d'expliquer la croissance des plantes.

La hauteur du soleil et la transparence du ciel jouent beaucoup dans l'apport solaire. **Aux latitudes moyennes, une heure d'ensoleillement en hiver apporte ainsi beaucoup moins d'énergie qu'en été. En Normandie, l'ordre de grandeur est d'environ 1 à 3** : sous un ciel clair à midi, sur la côte calvadosienne, on enregistrait, par exemple, 920 W/m² le 2 juillet 2017, contre seulement 350 W/m² le 20 janvier de la même année.

La géographie du rayonnement solaire

Les stations de mesure du rayonnement solaire sont peu nombreuses et assez récentes. Pour une approche globale, l'analyse reprend ici les données modélisées Drias de Météo-France sur la période 1976-2005 pour 9 points représentatifs de la diversité climatique régionale. **De manière générale, le rayonnement solaire augmente selon un gradient nord-est/sud-ouest**, en accord avec des influences anticycloniques plus fréquentes et marquées vers l'Atlantique.

À échelle plus fine, cette caractéristique d'ensemble doit aussi tenir compte de la topographie. L'exposition et la pente génèrent des contrastes d'éclairement importants dans le Bocage. Le relief diminue les apports solaires sur les collines faisant face aux flux humides et dans les fonds de vallées humides (formation et stagnation des brumes et brouillards). *A contrario*, la frange littorale est souvent plus lumineuse car son ouverture à tous les vents contribue à la dispersion des nuages.

La saisonnalité et la variabilité du rayonnement solaire

Les données régionales traduisent un **éclairage solaire moyen dont la puissance quintuple entre la période hivernale** (≈40 W/m² sur décembre-janvier-février) et **la période estivale** (≈200 W/m² sur juin-juillet-août). Ceci s'explique par la concomitance, en été, d'une diminution de la couverture nuageuse et d'un soleil haut dans le ciel.

Parallèlement au cycle saisonnier, les données mesurées de Caen-Carpiguet de 2001 à 2017 permettent de visualiser une forte variabilité interannuelle en été : les écarts sont parfois considérables, comme entre le « beau » mois de juin 2015 (276 W/m² et 288 h d'ensoleillement) et le « sombre » mois de juin 2016 (170 W/m² et 105 h d'ensoleillement, soit moins qu'un mois d'octobre habituel).

■ Projections climatiques à l'horizon 2100

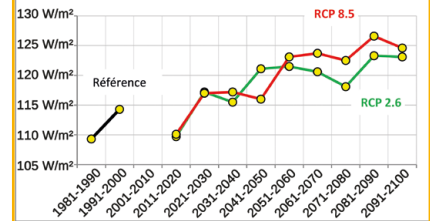
D'après les projections réalisées, le rayonnement solaire devrait se renforcer dans les décennies à venir. Cette augmentation est très marquée dans la seconde moitié du XXI^e siècle, notamment pour le scénario RCP 8.5, mais elle est présente aussi dans le scénario RCP 2.6.

Cette évolution, au pas de temps annuel, masque des différences saisonnières. Elle résulte d'une forte augmentation en été, dès 2041-2050, alors qu'en hiver on n'observe pas de tendance significative, voire un léger fléchissement sur le RCP 8.5 (en lien avec plus de nébulosité et de précipitations pour ce scénario à cette saison).

Projection de la puissance moyenne du rayonnement solaire annuel vers Caen

Réalisation : Olivier Cantat

Données : Drias Météo-France



Le trait noir correspond à la situation de référence, mesurée avant projection.



Comparaison du rayonnement solaire saisonnier modélisé sur la période 1975-2005 avec les scénarios prospectifs du GIEC à l'horizon 2100 (puissance en W/m²)

Réalisation : Olivier Cantat, Université de Caen Normandie, LETG Caen GEOPHEN, 2018

Rayonnement solaire modélisé en hiver (1975-2005)



Rayonnement solaire modélisé au printemps (1975-2005)



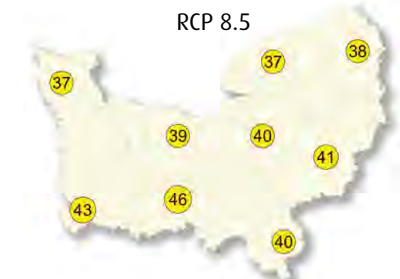
Rayonnement solaire modélisé en été (1975-2005)



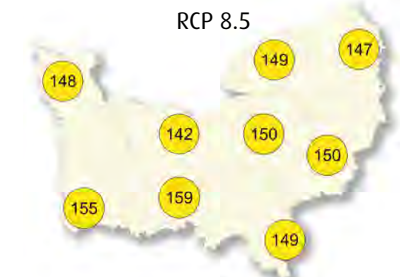
Rayonnement solaire modélisé en automne (1975-2005)



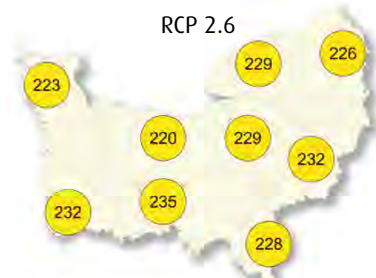
Simulation à l'horizon 2100 (hiver)



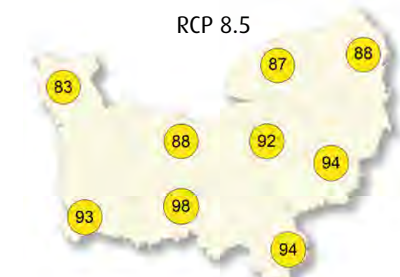
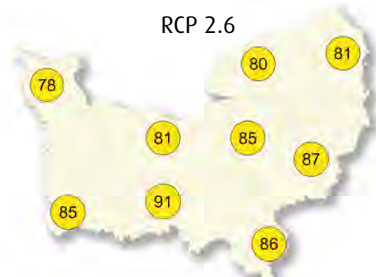
Simulation à l'horizon 2100 (printemps)



Simulation à l'horizon 2100 (été)



Simulation à l'horizon 2100 (automne)



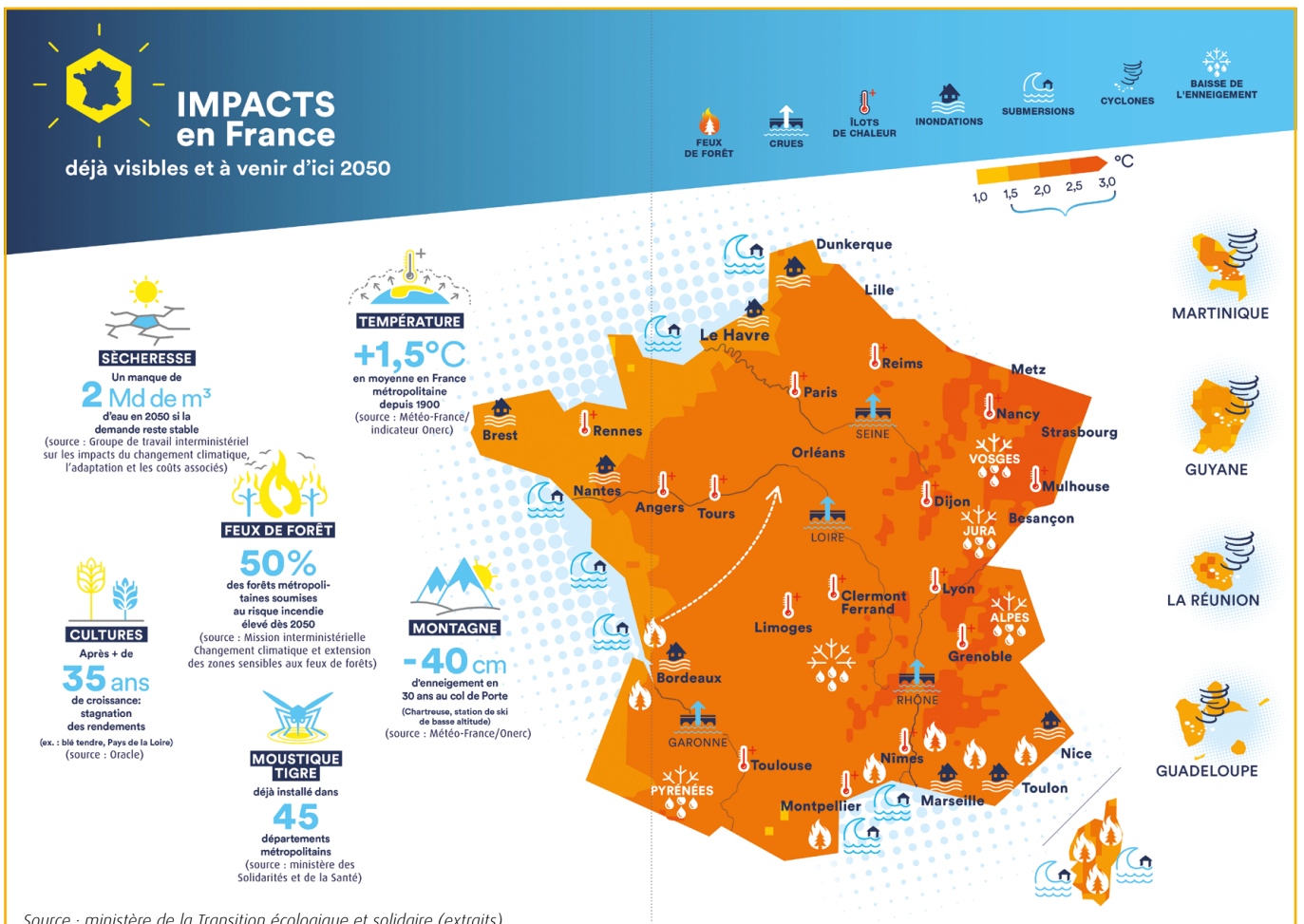


Les impacts et les risques liés au changement climatique

Le climat n'est pas immuable. Il varie, en premier lieu, selon des cycles naturels. Cependant, ces dernières décennies, les climatologues ont mis en évidence d'autres phénomènes climatiques, qui viennent s'ajouter aux évolutions naturelles, sur une échelle de temps beaucoup plus restreinte. Sans politique volontariste de limitation des émissions de gaz à effet de serre, les évolutions du climat pourront être importantes et ce, à très court terme. Des impacts ont d'ores et déjà été identifiés.

- Plan du chapitre**
- ▶ L'évolution des écosystèmes
 - ▶ La dégradation des conditions sanitaires
 - ▶ L'évolution des conditions de vie

Ces 60 dernières années, la température s'est élevée de 0.6 à 0.9 degrés, en moyenne, en Normandie. Cette élévation tend à s'accélérer. Elle a des conséquences sur l'équilibre des écosystèmes et, par conséquent, sur les activités humaines et la santé. De nombreux impacts sont aujourd'hui mesurables avec l'élévation, déjà constatée, du niveau de la mer. Les prévisions montrent que les zones littorales seront fortement touchées dans les années à venir. Les parties plus continentales devraient, de leur côté, voir augmenter les épisodes de chaleur et la fréquence des sinistres dits « naturels ».



www.ecologie.gouv.fr

Définitions

Écosystème : ensemble des éléments physiques et biologiques présents dans un environnement. Ces éléments entretiennent des relations complexes et forment une unité en interaction avec son environnement.

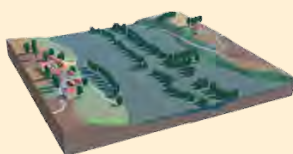
Source : Organisation mondiale de la santé

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 événement grave.



Aléa : événement potentiellement dangereux.



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



Source : ministère de l'environnement

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.

L'évolution des écosystèmes

■ L'élévation du niveau marin : un littoral fragilisé

La mer de la Manche s'élève actuellement de 2 à 3 mm par an (3 mm à Brest, 2,1 mm à Cherbourg ou au Havre). Au niveau national, le niveau de la mer s'élève d'environ 3 mm par an en moyenne. Les scientifiques du GIEC s'accordent sur une hypothèse haute d'élévation du niveau des océans de 0,84 mètre à l'horizon 2100 avec un intervalle de confiance allant de 0,61 à 1,10 m). Cette élévation s'accompagne d'une augmentation des aléas.

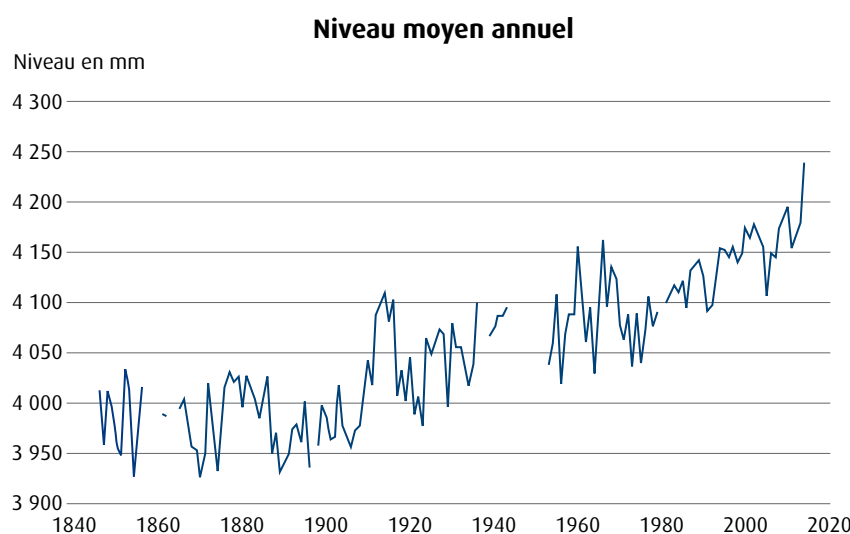
Une sensibilité accrue aux phénomènes d'érosion

La Normandie présente une gamme variée de côtes, naturelles ou artificielles, dont certaines, protégées des houles, sont en accrétion aujourd'hui. Nombre de ces espaces sont cependant soumis à des processus d'érosion, faible à modérée pour les côtes à falaise, plus forte pour les cordons dunaires.

Le recul des côtes meubles s'accompagne de risques de submersion marine, là où les cordons dunaires sont les moins développés. L'érosion des côtes rocheuses peut s'accompagner de mouvements de terrain (chutes de blocs et glissements de terrain) dans certaines circonstances.

On peut craindre une augmentation de la vulnérabilité à l'érosion des littoraux normands, bien que peu d'études existent aujourd'hui sur ce thème.

Évolution du niveau de la mer au port de Brest depuis le début du XIX^e siècle



Source : Pouvreau Nicolas (2008). *Trois cents ans de mesures marégraphiques en France : outils, méthodes et tendances des composantes du niveau de la mer au port de Brest*. Thèse de doctorat de l'université de la Rochelle, soutenue le 26 septembre 2008.

Un risque croissant 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 combien certaines zones sont 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.

Des débordements de cours d'eau et de nappe phréatique plus fréquents

Indépendamment de l'augmentation de l'aléa submersion marine et en conséquence de l'élévation du niveau marin, les risques d'inondation augmentent le long des côtes basses de Normandie. En effet, dans ces espaces, le niveau marin contrôle 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. 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

Submersion marine à Lion-sur-Mer (Calvados) le 3 janvier 2018



Valérie Guyot/DREAL Normandie

Repères

Données essentielles pour anticiper les risques de submersion marines aux horizons lointains, **les variations altimétriques de la lithosphère** (subsidence ou soulèvement) ne sont connues que ponctuellement le long des côtes normandes. Un programme d'acquisition de connaissance à ce sujet permettrait donc de compléter les données actuelles dans les territoires côtiers à fort enjeu d'inondation.

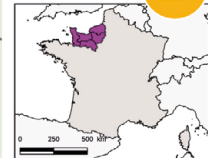
Repères

L'étude « Rivages normands »

- **Objet :**
 - ▶ modéliser les effets du changement climatique sur les inondations par remontées de nappes phréatiques et la migration du biseau salé sur la bande arrière-littorale normande ;
 - ▶ analyser les impacts socio-économiques.
- **Démarrage :** lancement technique le 16 janvier 2019
- **Durée prévue :** 4 ans
- **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

Profil environnemental de Normandie - Constructions situées sur les territoires littoraux situés sous le niveau marin

Usage	Calvados			Eure			Manche			Seine-Maritime			Total
	nb. bâti ≤ PM	PM ≤ nb. bâti ≤ PM + 060	PM + 060 ≤ nb. bâti ≤ PM + 110	nb. bâti ≤ PM	PM ≤ nb. bâti ≤ PM + 060	PM + 060 ≤ nb. bâti ≤ PM + 110	nb. bâti ≤ PM	PM ≤ nb. bâti ≤ PM + 060	PM + 060 ≤ nb. bâti ≤ PM + 110	nb. bâti ≤ PM	PM ≤ nb. bâti ≤ PM + 060	PM + 060 ≤ nb. bâti ≤ PM + 110	
Agricole	113	33	19	65	7	8	429	202	112	339	78	67	1 472
Industriel	106	159	205	6	7	2	280	136	105	1 729	1 794	1 048	5 577
Résidentiel	7 874	3 160	2 447	2			5 866	4 144	3 865	6 605	3 519	2 775	40 257
Autres	8 898	3 923	2 960	539	337	501	8 306	5 123	4 281	13 060	6 539	4 938	59 405
Total	16 991	7 275	5 631	612	351	511	14 881	9 605	8 363	21 733	11 930	8 828	106 711



Constructions situées sous le niveau marin de pleine mer
 ■ Bâtimens
 Zones situées sous le niveau marin de pleine mer (PM)
 ■ Niveau marin centenal de PM
 ■ Niveau marin centenal de PM + 60 cm
 ■ Niveau marin centenal de PM + 110 cm
 — Trait de côte

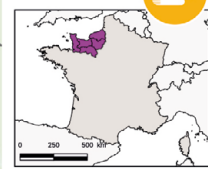
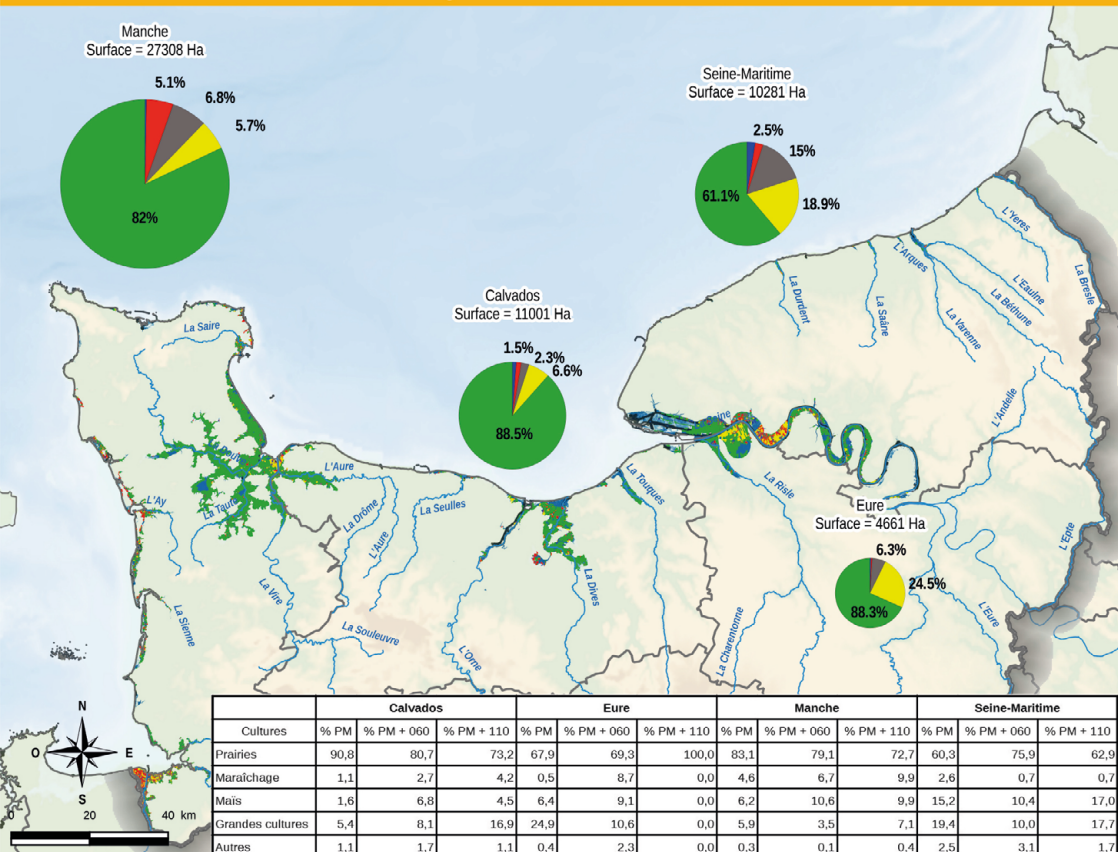
Le niveau marin utilisé en référence est défini à partir des données SHOM - CETMEF et des paramètres liés au changement climatique.

Sources :
 DRAAF
 RPG 2017
 IGN GeoInfo 2013
 IGN BD Carthage 2014
 GESCO
 Production :
 Le 13/05/2020
 DREAL Normandie



Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement - Normandie
www.normandie.developpement-durable.gouv.fr

Profil environnemental de Normandie - Agriculture sur les territoires littoraux situés sous le niveau marin



Terres agricoles situées sous le niveau marin de pleine mer
 ■ Prairie
 ■ Grandes cultures
 ■ Maïs
 ■ Maraîchage
 ■ Autres
 Zones situées sous le niveau marin de pleine mer (PM)
 ■ Niveau marin centenal de PM
 ■ Niveau marin centenal de PM + 60 cm
 ■ Niveau marin centenal de PM + 110 cm
 — Trait de côte

Le niveau marin utilisé en référence est défini à partir des données SHOM - CETMEF et des paramètres liés au changement climatique.

Sources :
 DRAAF
 RPG 2017
 IGN GeoInfo 2013
 IGN BD Carthage 2014
 GESCO
 Production :
 Le 13/05/2020
 DREAL Normandie



Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement - Normandie
www.normandie.developpement-durable.gouv.fr

Le déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres

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. Il est donc nécessaire de préciser les évolutions à venir 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. La mise en place d'un dispositif de surveillance adapté est nécessaire pour répondre aux exigences réglementaires. Une étude a été réalisée dans les départements de la Manche et du Calvados. L'analyse des données a montré que certains secteurs sont vulnérables voire très vulnérables aux intrusions salines (cf. encadré). Vu la complexité du phénomène, il a été recommandé de mener des investigations complémentaires.

■ Des aléas plus fréquents à l'intérieur des terres

L'intensification des pluies et les phénomènes d'inondations et de ruissellement

Les modèles climatiques prévoient un accroissement modéré de l'intensité des pluies en Normandie dans les décennies à venir. Il devrait en résulter une **augmentation du risque d'inondation par ruissellement et par débordement de cours d'eau**. 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.

L'intensification des processus de ruissellement accentue l'érosion des sols, leur perte de matière organique et donc, *in fine*, 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 pour la région, **la sensibilité**

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'étalent 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 sortants 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, 2017.

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

Collier de corail (*Aricia agestis*)



Sandrine Hélicher/DREAL Normandie

de la Normandie aux « mouvements de terrain » devrait augmenter d'ici la fin du XXI^e siècle.

L'augmentation en durée et en fréquence des épisodes de sécheresse devrait favoriser l'émergence de nouveaux sinistres par tassement différentiel. 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 peut-être 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 les plus 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 également augmenter si les pluies hivernales ou l'intensité des orages devaient augmenter.

Enfin, les fortes pluies hivernales se sont toujours avérées, jusqu'à présent, favorables à la déstabilisation des cavités souterraines. 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.

■ L'érosion accélérée de la biodiversité

Le changement climatique participe aux déséquilibres biologiques comme les autres facteurs de stress induits par les activités humaines. Il contribue en cela à intensifier le risque d'extinction des espèces (GIEC, 2014). Selon le GIEC, un bouleversement brutal et irréversible au XXI^e siècle pourrait affecter les écosystèmes mondiaux si les trajectoires climatiques venaient à suivre les scénarios modérés ou élevés. Témoignant seulement de 1°C d'élévation de la température depuis la révolution industrielle, la Normandie est déjà concernée par une évolution de sa biodiversité tant en mer qu'à terre.

La biodiversité terrestre : des évolutions sensibles

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. **La chenille processionnaire du pin 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 2013). Étant en limite sud de leur aire de répartition, certaines 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), de passereaux lapons et sibériens, tels l'alouette hausse-col, la linotte à bec jaune ou le bruant des neiges (source : GONm, 2009). 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 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.

La biodiversité marine : des ressources altérées et surexploitées

Avec le changement climatique, l'écosystème marin est fortement modifié. L'absorption croissante de CO₂ dans l'océan contribue à son acidification. Cette acidification, combinée au réchauffement et à la désoxygénation des eaux, cause de nombreux dommages au système océanique et à la biodiversité marine, avec notamment des effets importants sur la pêche. **Toute la chaîne alimentaire du milieu marin est affectée par les changements climatiques**, depuis les planctons jusqu'aux grands prédateurs (Beaugrand *et al.*, 2002).

De manière générale, selon le GIEC (2014), 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 menaces

Hirondelles de fenêtre (*Delichon urbica*)



Sandrine Héricher/DREAL Normandie

Chenilles processionnaires du pin (*Thaumetopoea pityocampa*)



Daniel Morel

Départements où le moustique tigre (*Aedes albopictus*) est implanté et actif

Ministère des Solidarités et de la Santé

Carte des départements où l'installation d'*Aedes albopictus* est connue au 1er janvier 2020



Repères

Quelques principes fondamentaux

- ▶ Une **espèce qui migre** doit faire face à des compétiteurs déjà sur place qui protègent leur territoire des colonisations.
- ▶ Une espèce ayant une aptitude à se déplacer sur de grandes distances a moins de risques de disparaître qu'une autre.
- ▶ **Des espèces qui interagissent peuvent ne pas migrer à la même vitesse** ou avoir des réponses phénologiques inappropriées qui génèrent des mismatches (inadaptations) ou de l'incongruence (mauvaise adaptation physiologique).
- ▶ À terre, pour un degré d'élévation de la température, une espèce doit migrer de 180 km vers le Nord pour conserver son optimum thermique ou se déplacer de 150 m en altitude. Bordée par la Manche et possédant des altitudes basses, **la Normandie est ainsi un cul de sac migratoire pour de nombreuses espèces.**
- ▶ En mer, les isothermes se déplacent actuellement d'environ 20 km par an, soit 3 fois plus vite qu'à terre. Les espèces benthiques (vivant en étroite relation avec les fonds marins) ne sont pas en mesure de suivre ce rythme.
- ▶ **La protection de la diversité génétique, l'aide à la migration et à la dispersion des espèces, l'intervention contre certaines sources de perturbation et la réduction d'autres facteurs de stress** sont des mesures de gestion qui peuvent réduire, sans toutefois les éliminer, les risques d'incidences du changement climatique sur les écosystèmes.

que représentent la surpêche et d'autres facteurs de stress non climatiques, compliquant ainsi les régimes de gestion maritime. En Manche, les populations de bar, encornet, rouget et saint-pierre profitent de l'élévation progressive de la température, à l'inverse des populations de morue, lançon ou crevette grise. 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 impacts sur les migrations : l'exemple des espèces amphihalines

La Normandie est un territoire d'exception 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, lamproie, alose...

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. Sur le bassin Seine-Normandie, plus de 7 500 ouvrages constituant des obstacles à leur libre circulation ont été recensés (source : Normandie grands migrateurs). Ces très nombreux ouvrages (seuils de moulin, barrages...) constituent l'une des principales causes de leurs déclin. 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 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.

■ L'altération des milieux aquatiques et de la ressource en eau

Entre Massif armoricain et Bassin parisien, la Normandie bénéficie d'une grande richesse géologique qui contribue à la diversité de ses milieux aquatiques. Cette richesse joue un rôle déterminant sur la physiographie du territoire (relief, pente, climat) et sur la distribution des terrains perméables ou imperméables. Le fonctionnement hydrologique des cours d'eau, des zones humides et des masses d'eau souterraines est ainsi fortement influencé par les conditions géologiques locales.

Des études relatives à l'impact du changement climatique sur les milieux aquatiques ont été réalisées avec les agences de l'eau (cf. encadré). Elles ont vocation à être approfondies et développées. Concernant le littoral, l'étude « Rivages normands 2100 » est un programme de recherche particulièrement important pour la région (cf. partie « l'élévation du milieu marin, un littoral fragilisé »). Les données de synthèse produites à l'échelle nationale ou du bassin Seine-Normandie par l'agence de l'eau ou la DREAL permettent de prévoir, pour les milieux aquatiques locaux :

- une baisse du niveau des nappes souterraines, sauf en bordure de mer ;
- une diminution des surfaces de zones humides et des services rendus par ces dernières en termes d'épuration ;
- une réduction des débits en étiage et, en conséquence, une baisse de la capacité de dilution des polluants ;
- un accroissement des risques de ruissellements dus à une augmentation de l'intensité des pluies et à l'imperméabilisation des sols ;
- des menaces concernant l'alimentation en eau potable (baisse des volumes d'eau stockés dans les aquifères, salinisation de ces derniers en bordure de mer) ;
- une augmentation des besoins en eau liés au stress hydrique qui devrait augmenter.

Repères

Le changement climatique et l'eau dans le bassin Seine-Normandie :

- augmentation d'environ 2°C de température des eaux de surface d'ici 2100 ;
- baisse des précipitations d'environ 12 % d'ici 2100 ;
- baisse des débits de 10 à 30 % d'ici 2100 ;
- baisse de la recharge des nappes souterraines d'environ 16 % en 2050 et 30 % d'ici 2100 ;
- augmentation des sécheresses exceptionnelles et des fortes pluies en intensité et en fréquence.

Source : Agence de l'eau Seine-Normandie. S'adapter au changement climatique sur le Bassin Seine-Normandie, août 2018

Pour en savoir plus :

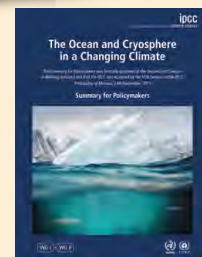


eau-seine-normandie.fr et agence.eau-loire-bretagne.fr

Pour en savoir +

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 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. À 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

Profil environnemental de Normandie - Zones humides et principaux cours d'eau



Profil environnemental de Normandie - Zones de répartition des eaux



Mare de Vauville (Manche)



Séverine Bernard/DREAL Normandie

Pour en savoir +

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



<http://invs.santepubliquefrance.fr>
www.thelancet.com



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

La dégradation des conditions sanitaires

■ Les impacts et les risques pour la santé

Les conditions météorologiques et climatiques ont une influence considérable sur notre environnement de vie et notre santé.

Le changement climatique peut, de plus, aggraver certains risques sanitaires. La société française a ainsi connu des événements extrêmes qui ont révélé certaines fragilités. Pour mieux anticiper ces risques, des mesures de prévention doivent être mises en œuvre (source : agence régionale de santé).

Les impacts sanitaires du changement climatique

Source : Agence régionale de santé, 2019

Paramètres Risques sanitaires associés au changement climatique

- | Paramètres | Risques sanitaires associés au changement climatique |
|---------------------------|---|
| Températures | <ul style="list-style-type: none"> Les vagues de chaleur seront 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. La fréquence accrue des vagues de chaleur aura probablement un effet négatif plus fort sur la santé que l'effet positif de la diminution de la fréquence des vagues de froid. |
| Ensoleillement | <ul style="list-style-type: none"> 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'accroître les effets sanitaires associés : cancers et mélanomes cutanés, vieillissement cutané, photodermatoses, cataractes, DMLA (Dégénérescence maculaire liée à l'âge)... |
| Sinistres naturels | <ul style="list-style-type: none"> 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. Les risques sanitaires différés identifiés sont essentiellement d'ordre neuropsychiques, infectieux, environnementaux et traumatiques. |

Paramètres	Risques sanitaires associés au changement climatique
Vecteurs et réservoirs d'agents pathogènes ou parasitaires ou d'espèces végétales et animales nuisibles à la santé	<ul style="list-style-type: none"> 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. L'implantation ou le développement de certaines espèces, parfois associés à des modifications comportementales (fréquentation accrue des cours d'eau, pratique accrue de la baignade et des loisirs nautiques...) peut générer une apparition ou une augmentation de certains risques sanitaires : <ul style="list-style-type: none"> les moustiques sont vecteurs de différentes pathologies (chikungunya, dengue, zika, paludisme, virus du West Nile...); les tiques peuvent transmettre la maladie de Lyme; les espèces végétales peuvent provoquer des brûlures (Berce du Caucase), allergies (pollens d'ambrosie...) ou intoxications (datura); certaines cyanobactéries et algues peuvent produire des toxines...
Ressource en eau	<ul style="list-style-type: none"> La diminution de la ressource en eau peut conduire à la mise en œuvre de restrictions d'usages de l'eau. Des difficultés peuvent également survenir localement pour assurer l'élimination des eaux usées, augmentant le risque infectieux. La qualité de la ressource en eau peut aussi être impactée (pollutions, salinisation...).
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> 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"> 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... 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). Une augmentation de l'exposition aux pollens est également attendue.
Qualité des aliments	<ul style="list-style-type: none"> 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.

Pour en savoir +



Le plan régional santé environnement (PRSE)

Normandie vise à améliorer la santé des Normand·e·s et réduire les disparités territoriales avec une attention particulière à la prise en compte des publics plus vulnérables, notamment les femmes enceintes et les jeunes enfants.

Vous pouvez accéder au plan régional santé environnement 3 (PRSE) 2017-2021 à l'adresse suivante :

www.normandie.prse.fr

Estuaire de la Seine (Seine-Maritime)



Maison de l'estuaire

L'évolution des conditions de vie

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.

Repères

L'ONU annonce **250 millions de réfugiés climatiques** à l'horizon 2050. Pour la seule année 2015, et d'après les chiffres de *The Internal Displacement Monitoring Centre* (IDMC), **18,9 millions de personnes ont été déplacées en 2015 sous le coup de phénomènes climatiques extrêmes**, ce qui représente environ 28 % de la population française.

Avec l'élévation du niveau marin et le réchauffement de nombreux secteurs géographiques, les activités humaines doivent s'adapter. La Normandie bénéficie d'un grand linéaire côtier et d'un climat tempéré océanique. Son territoire doit anticiper au mieux les évolutions à venir.

■ Une recomposition territoriale à anticiper pour les territoires exposés

Certains secteurs géographiques sont fortement exposés aux évolutions climatiques : littoraux, abords de cours d'eau, zones de ruissellement ou de mouvements de terrain, zones densément urbanisées... L'aménagement de ces secteurs doit évoluer. Cette adaptation peut aller jusqu'à une forme de « repli stratégique » ou de « 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. Les paysages de Normandie, qu'ils soient naturels ou construits, sont donc amenés à évoluer.

■ 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 climatique favorable pour les populations sensibles. Ainsi, 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, 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, la Normandie doit aussi anticiper de possibles besoins de migrations issus d'autres pays ou continents.

Hautot-sur-Mer (Seine-Maritime)



Véronique Martins/DREAL Normandie

■ Des impacts et risques économiques notables

De nombreux économistes ont mis en avant le fait que l'inaction face au changement climatique serait beaucoup plus coûteuse que l'anticipation des phénomènes à venir (cf encadré).

Les impacts économiques du changement climatique peuvent être évalués selon plusieurs méthodes et scénarios. Les coûts sanitaires, sociaux et environnementaux seront des éléments de plus en plus prégnants à prendre en compte et représenteront des sommes considérables.

En l'absence d'évaluation précise de ces aspects, plusieurs phénomènes, avec des impacts économiques directs, peuvent être mis en avant :

- tensions sur la ressource en eau avec nécessité d'adaptation des modes de culture et de sylviculture ;
- augmentation des risques d'inondations, des mouvements de terrain et chutes de blocs (destructions matérielles) ;
- submersion marine avec exposition de nombreuses activités humaines (conchyliculture, agriculture, logements...) présentes le long du littoral et menacées par l'élévation du niveau marin ;
- augmentation de l'érosion des sols (impacts agricoles) ;
- augmentation des problèmes sanitaires avec développement des allergies et maladies respiratoires (maintien des polluants dans l'air qui ne sont pas ramenés vers le sol) et dégradation de la ressource en eau (traitements plus importants à prévoir).

Des anticipations de ces phénomènes sont possibles par des actions de retrait de nos implantations humaines dans les zones à risques (littoraux, bordures de cours d'eau...) et en favorisant certains types d'aménagements (restauration des haies, développement de la nature en ville...) .

Zone de conchyliculture à Tatihou (Manche)



Sandrine Hélicher/DREAL Normandie

Repères

Le coût de l'inaction : l'évaluation réalisée par le rapport Stern

Une évaluation des coûts de l'inaction a été réalisée en 2006 par le ministère des finances britannique, sous la direction de Lord Nicholas Stern. Ce rapport a mis en évidence l'ensemble des implications économiques, sociales et environnementales du changement climatique. Il montre notamment que le **coût d'un statu quo, en matière environnementale, serait plus important qu'un effort d'anticipation en ce domaine.**

Les coûts annuels du changement climatique pourraient représenter, à l'horizon 2050, entre 5 % et 20 % du produit intérieur brut (PIB) mondial de 2005, alors qu'une stabilisation des émissions de gaz à effet de serre ne coûterait que 1 % du PIB mondial.

Source : Lord Nicholas Stern. The Economics of Climate Change. Cambridge University Press. 2006 .

Repères

Le patrimoine bâti vulnérable situé en-dessous du niveau marin

Évaluation 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.



Les leviers d'action : atténuer et s'adapter

Plan du chapitre

- ▶ Atténuer le changement climatique
- ▶ S'adapter aux évolutions du climat
- ▶ Les politiques et outils de référence

Le changement climatique est devenu une préoccupation majeure au niveau mondial. Les pouvoirs publics, les professionnels et la population doivent prendre en compte ce phénomène afin :

- d'atténuer le changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES) ;
- de s'adapter en anticipant les impacts prévisibles.

Ce double levier d'action des différents acteurs est ainsi dénommé « politiques d'atténuation et d'adaptation ». Ces politiques visent à préserver à la fois l'environnement et la santé humaine qui sont intimement liés. Toutes les actions entreprises pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique doivent cependant être mises en regard des autres impacts qu'elles sont susceptibles de provoquer. Les actions présentées ci-dessous ne sont pas exhaustives.

Atténuer le changement climatique

■ L'impact des activités humaines sur le changement climatique

L'effet de serre est un phénomène naturel important pour l'équilibre de la planète. Il permet d'avoir une température moyenne sur Terre de l'ordre de 15°C, alors qu'elle serait de -18°C en son absence. L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) liée aux activités humaines provoque cependant des déséquilibres importants.

L'effet de serre « additionnel » : la part des activités humaines

L'effet de serre dit « additionnel » est lié aux activités humaines. Le dioxyde de carbone est, en quantité, le principal GES produit par l'activité humaine : il représente à peu près les 3/4 du total des GES produits (tous modes d'émissions réunis). Environ la moitié du CO₂ produit par les activités humaines subsiste dans l'atmosphère. L'autre moitié est actuellement absorbée par les réservoirs terrestres (biosphère et sols) et par les océans. Au début de l'ère industrielle (XVIII^e siècle), la concentration de CO₂ dans l'atmosphère était estimée à 280 ppm (parties par million). L'augmentation des GES s'est accélérée ces dernières décennies : les teneurs atmosphériques en CO₂ sont passées de **325 ppm à plus de 400 ppm entre 1970 et 2015.**

Repères

Les **gaz à effet de serre** (GES) sont des composants qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre.

Les principaux gaz à effet de serre qui existent naturellement dans l'atmosphère sont :

- la vapeur d'eau (H₂O) ;
- le dioxyde de carbone (CO₂) ;
- le méthane (CH₄) ;
- le protoxyde d'azote (N₂O) ;
- l'ozone (O₃).

Les gaz à effet de serre industriels incluent des gaz fluorés tels que :

- les hydrofluorocarbures (HFC) ;
- les chlorofluorocarbures (CFC) ;
- le tétrafluorométhane (CF₄) ;
- l'hexafluorure de soufre (SF₆).

Le pouvoir de réchauffement global

Les différents gaz ne participent pas tous à la même hauteur à l'effet de serre : certains ont un pouvoir de réchauffement plus important ou une durée de vie plus longue. La contribution à l'effet de serre de chaque gaz se mesure grâce au pouvoir de réchauffement global (PRG), exprimé en « équivalent CO₂ » (eq CO₂). Par convention, l'effet de serre attribué au CO₂ est fixé à 1 et celui des autres substances est calculé par équivalence. Cet indicateur est calculé sur la base d'un horizon fixé à 100 ans afin de tenir compte de la durée de séjour des différentes substances dans l'atmosphère. Bien que le CO₂ ait le plus faible pouvoir de réchauffement global, c'est le gaz qui a le plus contribué au réchauffement climatique du fait des importantes quantités émises par l'homme depuis l'ère industrielle.

Repères

Le pouvoir de réchauffement global à 100 ans des différents gaz a été défini par le GIEC (5^e rapport, 2014) :

- CO₂ = 1
- CH₄ = 28
- N₂O = 265
- HFC = variables selon les molécules et l'année considérées (jusqu'à 12 400)
- PFC = variables de 6 600 à 11 100 selon les molécules considérées
- SF₆ = 23 500

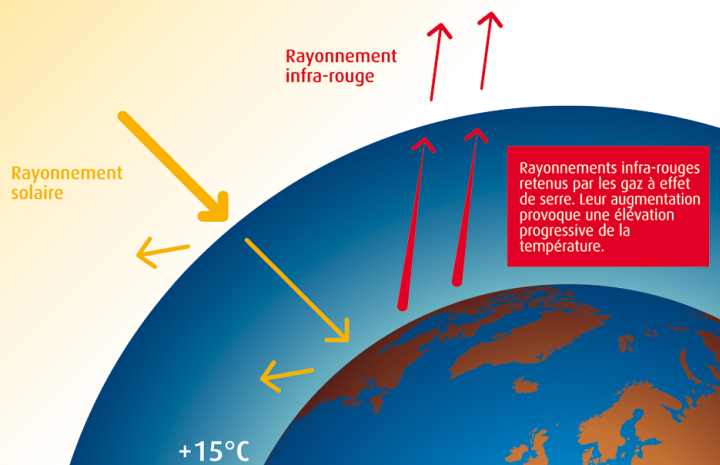
La vie grâce à l'effet de serre

Réalisation : DREAL Normandie et Agence Bingo

L'augmentation des concentrations en gaz à effet de serre conduit à une augmentation globale de la température à la surface de la Terre.

Légende

- Rayonnement solaire
50 % du rayonnement solaire est absorbé par la Terre et la réchauffe. 50 % du rayonnement solaire est réfléchi par l'Atmosphère et la Terre.
- Rayonnement infra-rouge réémis depuis la surface de la Terre
Une partie du rayonnement infra-rouge part vers l'espace. L'autre partie est retenue par les gaz à effet de serre.



Repères

Les effets des GES et leurs sources

Les impacts des GES sur le climat dépendent de :

- leur capacité à absorber et émettre du rayonnement infrarouge ;
- leur concentration dans l'atmosphère ;
- et leur durée de vie.

La **vapeur d'eau** est responsable de la majorité de l'effet de serre naturel. Elle a aussi un effet de rétroaction : lorsque la température augmente, l'évaporation augmente et la quantité de vapeur d'eau relâchée dans l'atmosphère aussi, accélérant encore le réchauffement. Les activités humaines ont très peu d'impact sur les fluctuations de sa concentration.

Le **dioxyde de carbone** (CO₂) est présent de manière naturelle, mais ses concentrations ont fortement augmenté avec les activités humaines et notamment l'utilisation de combustibles fossiles, la fabrication du ciment et les changements d'occupation des sols.

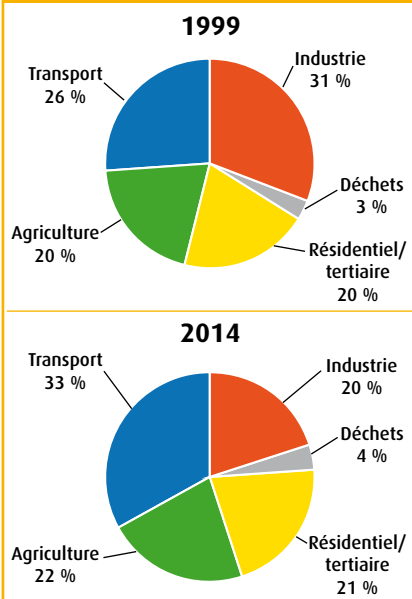
Le **méthane** (CH₄) est un gaz à effet de serre souvent lié aux processus de fermentation (marécages, décharges, digestion des ruminants...).

L'**ozone** (O₃) des basses couches de l'atmosphère se forme principalement à partir de composés organiques volatils et des oxydes d'azote émis par les activités humaines (transports).

Le **protoxyde d'azote** (N₂O), connu sous l'appellation de « gaz hilarant », est émis naturellement par les sols et provient notamment de l'utilisation d'engrais azotés.

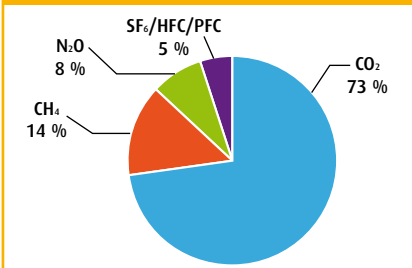
Répartition sectorielle des GES en France métropolitaine

Source : CITEPA/Format SECTEN - Avril 2018



Contribution des différents GES en France métropolitaine

Source : CITEPA/Format SECTEN - Avril 2018



■ Agir à la source : réduire l'émission des gaz à effet de serre

Les émissions énergétiques de GES sont produites par la combustion ou l'utilisation de produits énergétiques. On retrouve dans cette catégorie le fioul et le gaz naturel pour le chauffage domestique, l'utilisation de carburants pour les transports...

Les émissions non énergétiques de GES proviennent :

- des engrais utilisés dans les cultures qui subissent des dégradations dans le sol ;
- de la décomposition de matériaux enfouis après leur mise en décharge ;
- des émissions de l'industrie (chimie, produits minéraux) ;
- des systèmes de réfrigération ;
- de la digestion des animaux...

Les émissions de GES en France (source : CITEPA)

Les émissions de GES ont diminué de 16 % en France sur la période 1990-2015. Hors branche énergie, pour l'ensemble de la France métropolitaine, les émissions de gaz à effet de serre sont estimées à 442 millions de tonnes équivalent CO₂ (Mt eq. CO₂) en 2014. En quantité, les émissions de gaz à effet de serre ont diminué de 43 % dans le secteur de l'industrie tandis que les émissions liées au transport ont augmenté de 10 % sur cette même période.

Les émissions de GES en Normandie (source : ORECAN)

Sur la période 1990-2014, les émissions de GES en Normandie ont diminué de 7,8 Mt eq. CO₂, soit une baisse de 26 %. Elles atteignent **29,5 Mt eq. CO₂** en 2014. **Les émissions non énergétiques représentent 10 Mt eq. CO₂, soit 1/3 des gaz à effet de serre émis.** Elles sont essentiellement produites par l'agriculture (78 %). **Avec 8,6 Mt eq. CO₂, l'agriculture est le principal émetteur de GES (29 % du total) et l'industrie est le deuxième avec 7,5 Mt eq. CO₂.** Ces données mettent en avant le caractère agricole et industriel de la Normandie. **Le secteur des transports est en troisième position** avec 21 % des émissions, devant le résidentiel (13 %), le tertiaire (10 %) et les déchets (2 %).

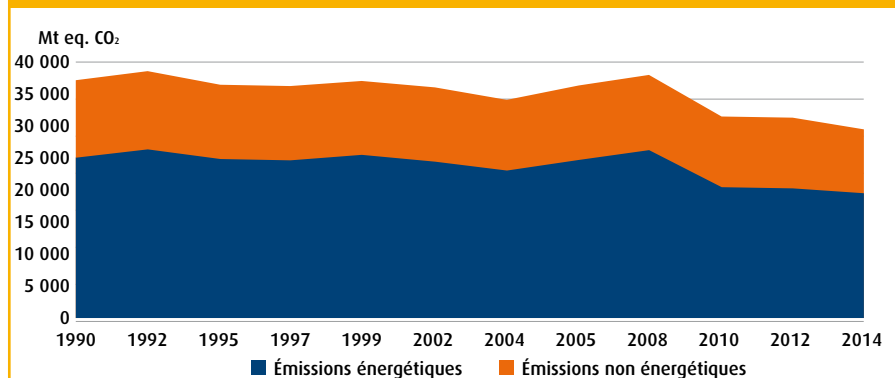
Repères

Le bilan des émissions de GES présenté ici est issu des données de l'inventaire des émissions **d'Atmo Normandie**.

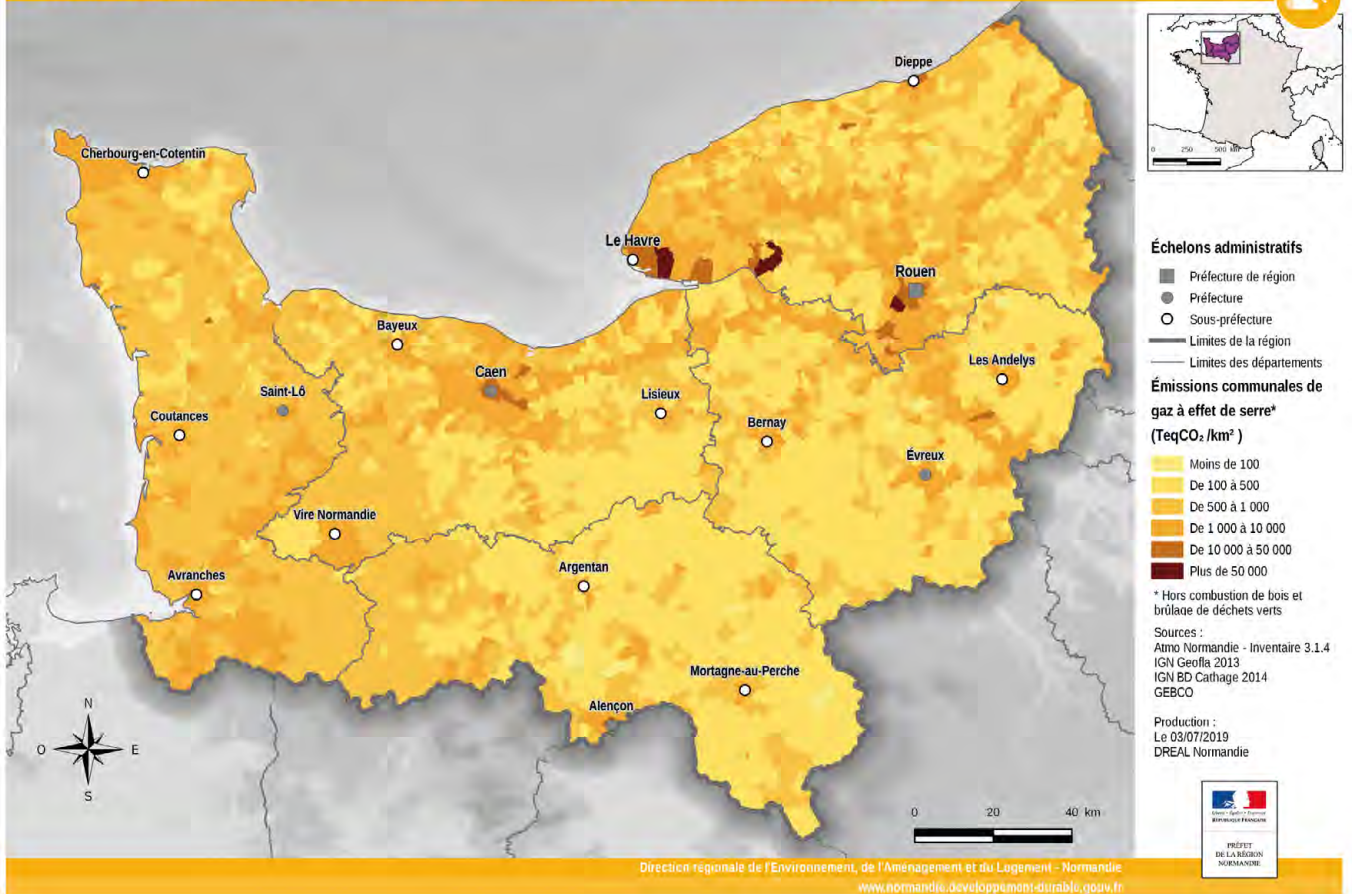
Les données consolidées ne sont disponibles qu'après transmission des actualisations fournies par les organismes qui représentent les activités concernées. C'est pour cette raison que nous ne disposons ici que des données 2014. L'inventaire des émissions est calculé à partir d'un recensement des activités humaines : comptages routiers, émissions des installations industrielles, modes de chauffage, agriculture...

Évolution des GES en Normandie entre 1990 et 2014

Source : ORECAN



Profil environnemental de Normandie - Émissions de gaz à effet de serre (CO₂) en 2014



Les émissions de GES issues de l'agriculture, supérieures à la moyenne nationale (22 %), s'expliquent par l'importance de cette activité en Normandie. Pour 2014, il n'existe pas de bilan net des GES émis par secteurs. Les émissions comptabilisées, très majoritairement d'origine non énergétiques (92 %) liées à la culture du sol et à l'élevage, ne prennent pas en compte le captage de GES associé (haies, prairies, forêts...) qui peut être estimé à 2,3 Mt eq. CO₂. Les émissions énergétiques correspondent au chauffage des locaux et à l'utilisation d'engins agricoles.

Ce bilan d'émissions montre également le caractère industriel de la Normandie. Plus d'un tiers des émissions provient de la combustion du gaz naturel (37 %). Viennent ensuite, à parts égales (20 %), les émissions liées à l'utilisation de combustibles non renouvelables (comme les pneumatiques, les plastiques...) et les émissions non énergétiques.

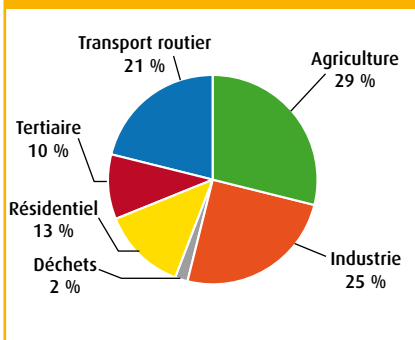
Repères

La séquestration carbone n'est pas totalement déduite des émissions totales dans le bilan présenté. Or, elle n'est pas négligeable. La séquestration carbone liée aux forêts, haies, sols et prairies est estimée à 2,3 Mt eq. CO₂ en Normandie.

Source : ORECAN, 2014

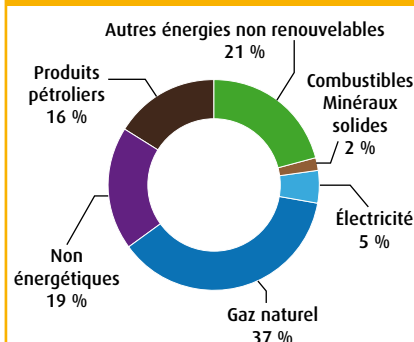
Émissions totales de GES en Normandie en 2014

Source : ORECAN



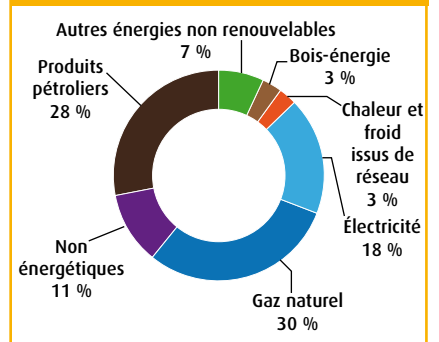
Répartition des émissions de GES pour l'industrie en 2014

Source : ORECAN



Répartition des émissions de GES pour le résidentiel en 2014

Source : ORECAN



En savoir plus



www.atmonormandie.fr



Le secteur des transports est fortement émetteur de gaz à effet de serre.

L'État et les collectivités doivent se mobiliser de manière très active pour réduire fortement les émissions liées aux déplacements. Il s'agit notamment de développer de nouvelles mobilités pour les voyageurs, d'optimiser leurs déplacements et de promouvoir des alternatives aux transports sur routes pour les marchandises (cf. partie « les moyens mobilisés » ci-après).

Le niveau d'émissions totales du secteur résidentiel s'élève à 3,9 Mt eq. CO₂, soit 13 % des émissions régionales.

Dans le résidentiel, les émissions sont principalement liées à l'utilisation de gaz naturel (30 %) et de produits pétroliers (28 %). L'électricité représente la plus grande consommation d'énergie (35 %) mais ne pèse qu'à hauteur de 18 % dans les émissions de gaz à effet de serre. Cela est dû à la production d'électricité d'origine nucléaire. Le gaz naturel représente 23 % de la consommation d'énergie et les produits pétroliers 16 %. Les produits pétroliers, notamment le fioul, sont de manière unitaire les plus émetteurs de gaz à effet de serre dans le résidentiel.

Les réhabilitations urbaines offrent la possibilité d'une croissance inclusive : Quartier Fieschi de Vernon (Eure)



Chantal Kane/DREAL Normandie

■ Une mobilisation nécessaire de l'ensemble des acteurs

Les changements climatiques sont perceptibles depuis plusieurs années. Ils affectent les populations, de manière inégale, parfois dramatique. Au regard des impacts et des risques en jeu, une action rapide et importante doit être menée à toutes les échelles et par l'ensemble des acteurs pour la diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES).

Les acteurs économiques disposent de nombreux leviers d'action. Chaque producteur et chaque consommateur peut agir. La baisse de la consommation d'énergie est un levier majeur. De nombreuses autres actions sont aussi envisageables.

Faire évoluer les modes de vie et adapter les organisations humaines

Les changements climatiques observés questionnent la gestion actuelle de nos ressources environnementales et la durabilité de ces modes de vie.

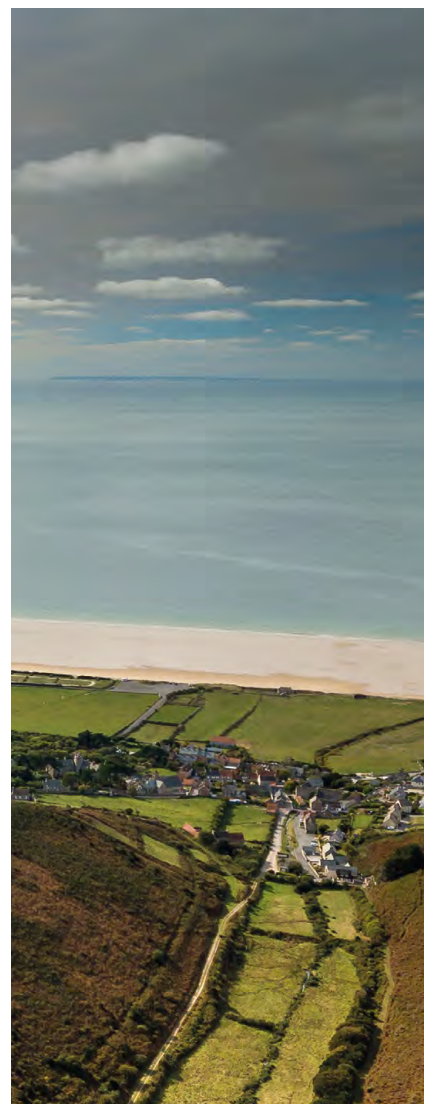
La notion « d'empreinte écologique » est un outil particulièrement éloquent qui permet de mesurer les pressions humaines exercées sur les ressources environnementales. Il compare la surface « bi productive » nécessaire pour produire les biens et services que nous consommons et absorber nos déchets. Il s'agit ainsi de répondre à la question suivante : « *Notre mode de vie reste-t-il dans les limites de ce que la Terre peut supporter ?* »

D'après le « Global Footprint Network », le mode de vie français nécessite actuellement 2,9 planètes pour que notre consommation des ressources soit compensée au niveau global. Chaque année, ce réseau calcule le « jour du dépassement », le point à partir duquel l'humanité a consommé les ressources que la Terre peut compenser en une année. En 2018, le jour du dépassement était le 1^{er} août. Pour la France, elle était le 5 mai. Plus de la moitié de son empreinte écologique vient des émissions de carbone.

Ainsi, peut être calculée l'empreinte écologique d'un produit, d'une personne, d'une entreprise, d'une ville, d'un pays ou même de l'ensemble de la population mondiale. **L'allègement de cette empreinte repose sur la mobilisation de l'ensemble des acteurs à titre individuel et dans leurs organisations collectives.**

L'empreinte carbone est un indicateur spécifique qui mesure les pressions globales des activités humaines sur le climat par le biais de l'émission de GES. C'est un calcul des GES induits par la demande intérieure du pays (consommation finale). En intégrant le contenu en GES des importations, l'empreinte carbone permet d'apprécier les pressions globales sur le climat de la demande intérieure française, quelle que soit l'origine géographique des produits consommés.

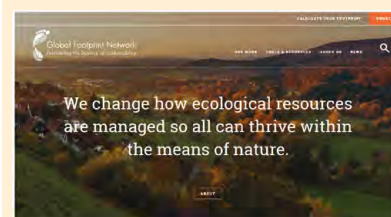
Vauville (Manche)



Fabrice Parais

En savoir plus

Global Footprint Network



www.wwf.fr



Repères

Le programme

« Je mange normand dans mon lycée »

Chaque jour, 86 000 repas sont servis dans les cantines des lycées de Normandie, soit 13 millions de repas par an, pour un coût annuel des denrées alimentaires estimé à 26 millions d’euros. L’objectif du programme est de servir 80 % de produits normands dans 131 restaurants scolaires de Normandie d’ici 2021.

Les « produits normands » correspondent à l’ensemble des produits fabriqués et/ou transformés en Normandie, issus d’un circuit de proximité. Cette nouvelle politique a pour ambition de valoriser l’agriculture normande, de soutenir les filières de proximité, de dynamiser les emplois des filières agricoles et agroalimentaires et de sensibiliser l’ensemble des acteurs de la restauration scolaire aux enjeux d’une alimentation utilisant en priorité des « produits normands ».

Pour en savoir plus :

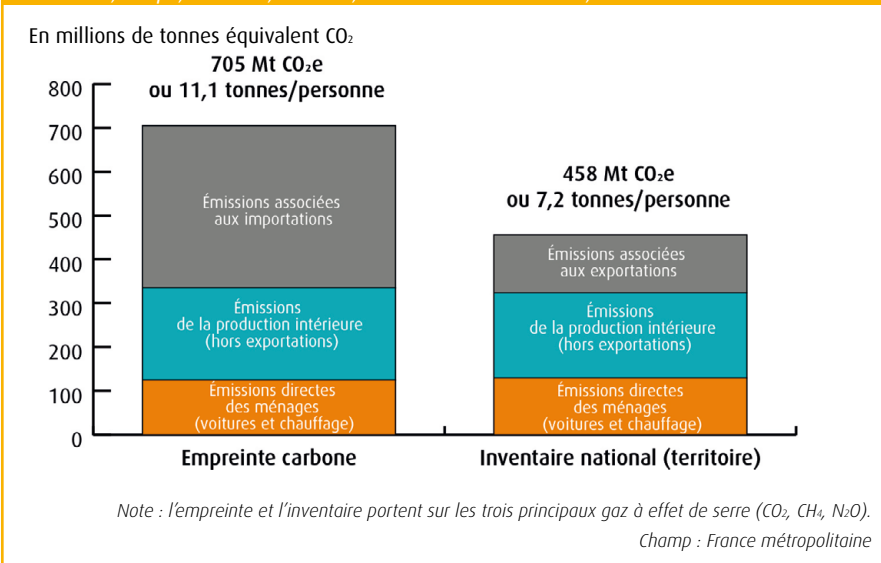
www.normandie.fr

Elle est ainsi constituée :

- des émissions directes de GES des ménages (principalement liées à la combustion des carburants des véhicules particuliers et à la combustion d’énergies fossiles pour le chauffage des logements) ;
- des émissions de GES issues de la production intérieure de biens et de services, hors exportations ;
- des émissions de GES associées aux biens et services importés, à la fois pour les consommations intermédiaires des entreprises et pour usage final.

Comparaison de l’empreinte carbone et de l’inventaire national en 2012 en France métropolitaine

Source : AIE, Citepa, Douanes, Eurostat, Insee. traitements : SDES, 2017



En 2012, l’empreinte carbone de la France s’établit à 705 millions de tonnes équivalent CO₂ (Mt CO₂e) soit 11,1 tonnes de CO₂ par personne. Elle se compose à 48 % d’émissions intérieures et 52 % d’émissions associées aux biens et services importés. Les émissions directes des ménages (GES dus au chauffage des logements et aux déplacements en véhicules thermiques) contribuent à hauteur de 38 % aux émissions intérieures et les activités économiques en représentent 62 % (production des biens et services hors exportations consommés par les ménages).

Les émissions associées aux importations sont principalement affectées aux consommations intermédiaires de la production (62 %). 38 % de ces émissions importées résultent de biens et services adressés à la demande finale.

Faire évoluer les modes de production

Les acteurs économiques pourront agir s’ils parviennent à développer de nouvelles pratiques plus respectueuses de l’environnement. Les leviers d’action des producteurs économiques de biens et services concernent en particulier :

- la réorientation de certaines filières, notamment la filière énergétique ;
- l’efficacité en particulier dans l’utilisation de l’énergie ;
- le recours aux filières de proximité et la sobriété dans la production des biens matériels ;

- l'adaptation de l'agriculture avec le développement de l'ensemble des pratiques agro-écologiques (agroforesterie, couverture des sols, techniques culturales simplifiées, lutte intégrée...);
- la diminution du recours aux produits pétroliers fortement émetteurs de GES;
- la réduction des mobilités carbonées;
- la réduction des déchets;
- la production et l'utilisation de matériaux biosourcés (comme le lin...).

L'efficacité énergétique et l'économie de matière peuvent à la fois soutenir le développement économique et la transition écologique. Le développement économique peut s'appuyer sur une utilisation raisonnée des richesses, moins polluante et plus redistributive avec le développement de circuits de proximité, le réemploi, la réparation (plus qualifiante) et le recyclage des matériaux.

Faire évoluer les modes de consommation

De même, les mécanismes qui incitent à la « surconsommation » doivent être réorientés. Le consommateur joue aussi un rôle essentiel.

Les équipements de la maison, les outils de communication et les vêtements sont à l'origine de près d'un quart des émissions de gaz à effet de serre nationales, selon une étude de l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). L'étude s'est appuyée sur l'analyse de 45 produits de consommation courante et a précisé leur impact sur le climat grâce à une analyse du cycle de vie. Les équipements électriques et électroniques arrivent en tête à cause notamment de l'extraction nécessaire d'un grand nombre de minerais (source : Ademe. *Modélisation et impacts environnementaux de produits de consommation et biens d'équipement*. Rapport. 2018. 186 pages). Ainsi, le bilan carbone d'un seul téléviseur est de 350 kilogrammes équivalent CO₂ (éqCO₂), autant qu'un aller-retour Paris-Nice en avion.

Les modes de consommation qu'il convient de faire évoluer concernent également l'alimentation. L'enjeu est ainsi de favoriser les filières de proximité, qui limitent les temps de transport et de favoriser des méthodes de production moins consommatrices de ressources.

« Catène de containers », œuvre de Vincent Ganivet, emblème de la ville du Havre (Seine-Maritime)



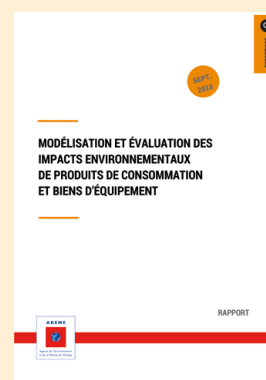
Nadège Basset

En savoir plus

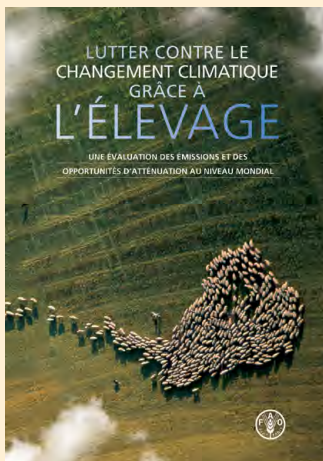
Modélisation et évaluation des impacts environnementaux de produits de consommation et de biens d'équipement

La consommation des ménages, en particulier concernant les équipements domestiques (appareils électriques et électroniques, mobilier, textile), a des impacts non négligeables sur la consommation de ressources et la matière mobilisée. La présente étude propose une évaluation du « poids matière » de nombreux équipements dans l'objectif d'éclairer le consommateur et de l'orienter vers des comportements évitant le suréquipement, le surdimensionnement ou le renouvellement trop fréquent des équipements.

www.ademe.fr/modelisation-evaluation-impacts-environnementaux-produits-consommation-biens-dequipement



Repères



Le rapport «Lutter contre le changement climatique grâce à l'élevage» de la FAO

(Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), publié en 2014, montre que l'élevage de bétail dans le monde était responsable, en 2005, de 14,5 % des émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines.

Cette activité émet environ 7 milliards de tonnes de CO₂ par an :

- 45 % sont liés à la production et la transformation des aliments pour les bêtes ;
- 39 % sont liés à la fermentation entérique ;
- 10 % sont dus au stockage et au traitement du fumier ;
- le reste est attribuable au transport de la viande produite.

Selon les contextes et modes d'élevage (en prairie ou dans des espaces totalement clos) et d'approvisionnement, les bilans carbone peuvent être très différents.

Les émissions du secteur pourraient déjà être réduites à hauteur de 30 %, simplement grâce à l'utilisation plus large des meilleures pratiques et technologies existantes.

À l'échelle du consommateur, les leviers d'action sont aussi la sobriété et les filières de proximité :

- éviter le suréquipement ;
- limiter le surdimensionnement ;
- ralentir le rythme de renouvellement ;
- limiter sa consommation numérique ;
- réduire fortement les déchets et favoriser le réemploi ;
- limiter la consommation de viande, en particulier lorsqu'elle est fortement consommatrice de ressources et émettrice de GES ;
- privilégier l'utilisation de biens et services réalisés à proximité ;
- limiter les déplacements.

Repères

Consommation de viande et GES

Un article de la revue *Nature*, publié le 10 octobre 2018, a montré que la consommation de viande accroît considérablement nos émissions de GES. Cette étude analyse la croissance de la demande alimentaire dans un contexte d'augmentation de la population mondiale. Le passage à une diète « flexitarienne » serait nécessaire afin notamment de réduire les importantes émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à la production de viande. Les chercheurs sont favorables à un régime constitué en grande majorité de végétaux. En moyenne, les habitants de la planète devraient ainsi réduire de près de 75 % leur consommation de viande rouge. L'étude évoque aussi le besoin de réduire notre consommation de viande blanche (comme le poulet) et de produits laitiers. Le rapport précise qu'il faut en contrepartie ajouter au menu davantage de légumes, de noix et de végétaux. La production mondiale de viande a été multipliée par quatre en cinquante ans, passant de 75 millions de tonnes à plus de 300 millions de tonnes. Un citoyen issu d'un pays industrialisé consomme aujourd'hui 76 kg de viande par an, contre 43 kg en moyenne dans le monde.

Des émissions de GES moins importantes dans le cadre d'élevage en prairie

Une étude récente de l'INRA a montré que l'élevage des ruminants en prairie présente la particularité de compenser en partie les émissions de gaz à effet de serre grâce au stockage de carbone associé aux prairies et aux infrastructures agro-écologiques (haies, bosquets). L'intensification des productions ou l'augmentation de la productivité des ruminants (lait, viande) est reconnue pour réduire les émissions de méthane (CH₄) entérique lorsque celles-ci sont ramenées par unité de produit animal. Cependant, les émissions de GES pour le transport et la production des céréales ainsi que celles liées à consommation d'énergie (fuel, électricité) pour le fonctionnement des bâtiments et le machinisme agricole sont plus importantes avec l'intensification des productions. Enfin, si l'on considère la capacité des prairies à stocker du carbone, la tendance est en faveur du système d'élevage en prairie qui utilise plus de surfaces herbagères que des systèmes d'élevage plus productifs. Les prairies permanentes (non labourées) stockent environ 700 kg C/ha/an en moyenne. Cette capacité varie suivant le type de sol, la gestion et les conditions climatiques.

Source : INRA, Auvergne Rhône Alpes, UMR herbivores, juillet 2018.

Pour en savoir plus : www.ara.inra.fr

Dans le domaine du numérique, en particulier, la croissance des usages génère aussi des impacts environnementaux particulièrement importants.

L’empreinte énergétique directe des serveurs, réseaux et terminaux, qui tient compte de l’énergie utilisée pour leur fabrication comme pour leur utilisation, progresse au rythme de 9 % par an. L’usage de la vidéo en est le premier responsable. L’impact énergétique du visionnage de la vidéo est environ 1 500 fois plus grand que la simple consommation électrique du smartphone lui-même (Source : Lean ICT. The Shift Project. *Pour une sobriété numérique*. Octobre 2018. 88 pages).

De la même manière que pour les autres équipements, l’usage des outils numériques doit être questionné et rationalisé, dans la mesure où ils ont un impact sur les ressources et les émissions de gaz à effet de serre.

Repères



Mail et GES

Toutes les heures, environ 10 milliards d’e-mails sont envoyés à travers le monde. Ce geste anodin utilise des quantités très importantes d’énergie. En effet, l’envoi des mails et leur stockage mobilisent des serveurs informatiques qui « travaillent » 24h sur 24. Ainsi, en 2014, l’Ademe a évalué qu’**1 Mo envoyé émet 15 grammes de CO₂**.

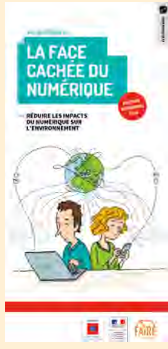
Repères

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) générées par le numérique

- 25 % sont liées aux data centers ;
- 28 % sont liées aux infrastructures réseau ;
- 47 % sont liées aux équipements des consommateurs (ordinateurs, smartphones, tablettes, objets connectés, GPS...).

Envoi d’un mail avec 1 pièce jointe de 1 Mo  =  Consommation d’une ampoule de 60 watt pendant 25 mn

15 g. Eq CO₂



Source : Ademe

En savoir plus

La consommation d’énergie du numérique est aujourd’hui en hausse de 9 % par an.

Il est possible de la ramener à 1,5 % par an en adoptant la « sobriété numérique » comme principe d’action.

La sobriété numérique est définie comme un usage « *au plus juste* » des équipements et des ressources numériques.

La transition numérique, telle qu’elle est mise en œuvre actuellement, contribue au dérèglement climatique. Il est essentiel d’agir rapidement. C’est ce que préconise le rapport sur l’impact environnemental du numérique publié le 4 octobre 2018 par The Shift Project, think tank de la transition carbone.

L’utilisation de la vidéo sur smartphone est fortement émettrice de GES



Nadège Basset



Rapport The Shift Project, octobre 2018
<https://theshiftproject.org/>

Définition

L'économie circulaire désigne un modèle économique dont l'objectif est de produire des biens et des services de manière durable, en limitant la consommation et les gaspillages de ressources (matières premières, eau, énergie) ainsi que la production des déchets. Il s'agit de rompre avec le modèle de l'économie linéaire (extraire, fabriquer, consommer, jeter) et d'opter pour un modèle économique « circulaire ».

Le concept d'économie circulaire a été repris dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015. Cette loi a défini des objectifs ambitieux tel que celui d'une augmentation de 30 % d'ici 2030 du rapport entre le PIB et la consommation intérieure de matières. **Il s'agit donc de produire en utilisant moins de matières**, afin de découpler la croissance de la consommation de matières. La loi permet d'importantes avancées en matière de production durable (interdiction des sacs plastiques, pénalisation de l'obsolescence programmée...) et de consommation durable (lutte contre le gaspillage alimentaire...). Elle fixe également des objectifs structurants concernant la prévention et la gestion des déchets :

- réduire de 10 % les quantités de déchets ménagers et assimilés et stabiliser les quantités de déchets d'activités économiques produits en 2020 par rapport à 2010 ;
- atteindre 65 % en 2025 de recyclage pour les déchets non dangereux non inertes ;
- réduire de moitié la mise en décharge en 2025 par rapport à 2010.

Pour en savoir plus :

www.ecologie.gouv.fr/leconomie-circulaire

Limitier voire supprimer la production des déchets

Le meilleur déchet est celui qui n'est pas produit. La réduction, voire la suppression des déchets, permettra une baisse importante des émissions de GES qui n'est pas véritablement estimée actuellement. En effet, elle doit pouvoir assurer une baisse de la production des « contenants jetables », une diminution de l'énergie et des transports associés à la gestion et au stockage de ces déchets, une diminution des émissions des GES liés à la combustion ou à la fermentation...

De nombreuses démarches en faveur de l'économie circulaire sont mises en œuvre aujourd'hui pour encourager la limitation voire la suppression des déchets. En Normandie, le plan régional de prévention et de gestion des déchets prévoit une feuille de route pour l'économie circulaire. Il envisage également un plan de réduction des déchets. Dans les entreprises, les collectivités ou chez les particuliers, de nombreuses démarches « zéro déchets » se mettent en place, avec des résultats toujours très visibles, lorsque ces initiatives sont bien suivies et relayées localement.

Les biodéchets occupent une place toute particulière. Ils sont constitués des déchets alimentaires et des autres déchets naturels biodégradables.

Une partie de ces déchets peut être évitée, par exemple grâce à la lutte contre le gaspillage alimentaire. Le reste de ces déchets peut et doit être valorisé spécifiquement, pour garantir une bonne qualité de traitement. De plus, c'est un gaspillage que de les éliminer par incinération ou encore mise en décharge alors qu'ils représentent une ressource importante en matière, en énergie ainsi qu'une éventuelle source de revenus.

La mise en décharge des biodéchets est à l'origine d'émissions de GES : le tassement provoque la fermentation des déchets alimentaires dans un milieu sans oxygène, créant ainsi des conditions favorables à l'émission de méthane. Ce gaz a un pouvoir de réchauffement global 28 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone (CO₂). De même, l'incinération de ces déchets produit des GES et notamment du CO₂.

Les biodéchets représentent un tiers des poubelles résiduelles des Français. La loi prévoit que tous les particuliers disposent d'une solution pratique de tri à la source de leurs biodéchets avant 2025.

La valorisation organique permet de faire retourner au sol ou de transformer des matières organiques brutes en une matière valorisable, le compost ou le digestat.

Une fois triés à la source, les biodéchets peuvent pleinement être valorisés notamment via le compostage pour permettre un retour au sol de la matière organique :

- à l'échelle professionnelle, ils peuvent être transformés en un amendement agricole (compost) utilisable dès lors qu'ils respectent certaines normes. Leur valorisation peut aussi passer par la méthanisation ;
- à l'échelle domestique ou locale, ils peuvent être transformés en terreau ou en engrais utilisable pour le jardinage *via* un composteur de jardin ou un lombricomposteur. Le compost issu de ces biodéchets peut être utilisé en jardin domestique ou, à une plus grande échelle, sur les terrains d'un même établissement, pour un usage local ou en jardin d'agrément.

En savoir plus

Plan régional de prévention des déchets et économie circulaire



www.normandie.fr/developper-leconomie-circulaire

Repères

Le compostage de déchets organiques en milieu urbain

En espace vert

Le compost en parc urbain



Raphaël Viguier

En appartement

Le lombricomposteur



Shéhérazade Bouhassoun

Le Bokashi



Jean-Baptiste Assouad

Repères

État du déploiement des infrastructures de recharge pour véhicule électrique

Au 1^{er} janvier 2018, 22 308 points de recharge ouverts au public sont présents sur le territoire français (source : GIREVE). La France compte un point de recharge pour 5,7 véhicules électriques en circulation (moyenne nationale).

L'État a mis en place une série de mesures visant à promouvoir le déploiement du réseau d'infrastructures de recharge pour les véhicules électriques. Elles s'articulent autour de trois axes :

- l'aide à l'installation d'infrastructures ;
- la réglementation ;
- la promotion des véhicules électriques.

Suivant le type d'infrastructures et le porteur de projet, il existe différentes aides financières à l'installation d'un point de recharge.

Pour en savoir plus :
www.ecologie.gouv.fr

■ Développer des mobilités plus sobres

Réduire les déplacements

Les déplacements constituent une source majeure d'émissions de gaz à effet de serre. Leur limitation permet de diminuer ces émissions. Ainsi, de nombreuses actions en faveur de la réduction des flux de circulation des personnes et des marchandises permettent une réduction de l'impact sur le climat.

Ces déplacements concernent l'ensemble des activités humaines : conception, distribution et consommation de biens et services, mobilités professionnelles et de loisirs...

La conception de produits manufacturés nécessite des circuits de fabrication parfois fort complexes et disproportionnés. De nombreux exemples l'ont mis en évidence : le plus célèbre est celui qui concerne la fabrication d'un jean. L'ensemble des marchandises constituant ce produit totaliserait en moyenne un parcours de... 65 000 km, depuis le coton béninois jusqu'à l'assemblage en Tunisie, en passant par le cuivre namibien. (Source : *The Guardian*, Fran Abrams, James Asill, 12 juillet 2011). Avec un total de 60 jeans vendus dans le monde chaque seconde, l'impact n'est pas négligeable.

La limitation des déplacements permet parallèlement d'améliorer la qualité de vie : le développement de circuits de proximité sont, par exemple, l'occasion de relancer des activités économiques locales en améliorant les produits consommés (fraicheur et qualité nutritionnelle des produits d'alimentation, par exemple).

De nombreuses réformes ont fait évoluer le droit pour favoriser, autant que possible, les circuits de proximité et les déplacements professionnels : aides financières européennes à certaines activités économiques, réforme du code des marchés pour privilégier les produits locaux, dispositifs permettant de développer le télétravail...

Le vélo, un mode de déplacement alternatif



Fabrice Thérèse/DREAL Normandie

Organiser des mobilités « propres »

Le secteur des transports est le principal émetteur des gaz à effet de serre en France. Le développement de nouvelles mobilités est donc un enjeu particulièrement important pour l'atténuation du changement climatique. Plusieurs dispositifs ont été développés ces dernières années par l'État et les collectivités locales.

Les dispositifs mis en place prévoient notamment :

- le développement de modes de transports alternatifs au véhicule individuel (vélo, marche...) avec des mesures d'incitation à l'évolution de l'urbanisme ;
- le soutien à l'utilisation des transports collectifs et au covoiturage ;
- le développement de véhicules électriques avec le déploiement d'infrastructures de recharge ;
- l'amélioration de la performance des véhicules traditionnels.

L'usage du vélo constitue aujourd'hui une alternative particulièrement intéressante pour améliorer la circulation en ville et ses impacts environnementaux. Plusieurs dispositifs sont mis en œuvre pour le développer : plan vélo, indemnité kilométrique vélo, développement de pistes cyclables...

Repères

Loi « Mobilités »

La loi d'orientation des mobilités a été promulguée le 24 décembre 2019.

Elle repose sur trois piliers :

1. investir plus dans les transports du quotidien ;
2. faciliter le déploiement de nouvelles solutions pour permettre à tous de se déplacer ;
3. engager la transition vers une mobilité plus propre.

Pour en savoir plus : www.ecologie.gouv.fr

Repères

L'**hydrogène** fait partie des dispositifs de valorisation des énergies renouvelables en favorisant leur stockage.

Le plan de déploiement de l'hydrogène

Le plan de déploiement de l'hydrogène, annoncé le 1^{er} juin 2018, comprend plusieurs mesures relatives au transport, notamment :

- déployer des infrastructures de mobilité hydrogène sur la base notamment de flottes de véhicules professionnels ;
- accompagner le développement d'une gamme de véhicules lourds routiers et d'autres modes : bateaux, trains, aéronautique ;
- accompagner le déploiement de flottes territoriales de véhicules hydrogène (camions, véhicules utilitaires, bus...), sur la base de l'hydrogène produit dans la phase d'amorçage industriel ;
- mettre en place un cadre réglementaire spécifique pour les stations-services distribuant de l'hydrogène.

Le plan Normandie hydrogène

En collaboration avec plus de 90 acteurs du territoire, la Région a élaboré le « Plan Normandie Hydrogène ». Elle consacre à ce dispositif 15 millions d'euros sur 5 ans.

Les principaux objectifs sont les suivants :

- mieux connaître les débouchés et les besoins du territoire ;
- développer la production d'hydrogène renouvelable ;
- renforcer sa place dans la mobilité et la logistique ;
- positionner l'hydrogène comme vecteur de stockage de l'énergie ;
- renforcer la recherche ;
- favoriser les collaborations public/privé ;
- informer et sensibiliser le grand public.

Pour en savoir plus : www.normandie.fr



Repères

La répartition des logements en Normandie

- 1 785 554 logements en Normandie
- 67 % de maisons et 32 % d'appartements
- 8 % de logements vacants
- 300 800 logements sociaux
- 1 469 721 résidences principales dont 49 % avant 1971 (1^{re} réglementation thermique)

Bilan des dispositifs financiers pour la rénovation énergétique utilisés en 2018

- 70 479 crédits d'impôt transition énergétique (CITE)
- 587 éco-PTZ - bouquet 2 actions de rénovation
- 429 éco-PTZ bouquet 3 actions de rénovation
- 21 éco-PTZ Performance globale
- 2 958 logements rénovés Habiter mieux
- 1 554 chèques éco-énergie Normandie
- 602 M€ de bases imposables à taux de TVA 5,5 %
- 4 859 logements engagés dans un éco-PLS

CERC Normandie. Bâtiment durable. Chiffres clés 2019. 6 pages. 2019.

Pour en savoir plus :

www.cerc-normandie.fr/actualite/138/en-bref-transition-energetique-batiment-durable-1eres-tendances-2019.html

■ Réduire la consommation d'énergie : améliorer les performances des bâtiments

Le secteur du bâtiment représente 43 % des consommations d'énergie annuelles françaises. Les investissements en faveur de l'économie d'énergie dans les bâtiments sont porteurs d'économies budgétaires et d'amélioration des performances environnementales.

La réglementation des constructions neuves comporte un volet thermique qui fixe des exigences de performance énergétique. Il s'agit de garantir les propriétés isolantes de l'enveloppe des bâtiments et les performances des équipements de chauffage et de refroidissement. Concernant les bâtiments existants, la réglementation distingue les travaux de grande ampleur et les autres. Dans ce derniers cas, l'approche est sectorisée par thématiques : isolation, équipement... Par ailleurs, dans le cadre des transactions immobilières et locatives, il est nécessaire de réaliser un diagnostic énergétique qui attribuera une étiquette en lien avec les consommations annuelles.

En Normandie, afin d'accompagner les particuliers et les bailleurs, l'État, la Région et l'Ademe ont décliné le plan de rénovation énergétique de l'habitat (PREH). Le programme comporte un dispositif d'aides financières qui se divise en un volet national (crédit d'impôt, éco-prêt à taux zéro, aides de l'agence nationale de l'amélioration de l'habitat...) et un volet local (plateformes territoriales de la rénovation énergétique, club rénovateurs « bâtiments basse consommation », chèque éco-énergie Normandie...).

Le plan de rénovation énergétique des bâtiments poursuit la dynamique engagée par le PREH. Après une large concertation début 2018, il a permis la mise en place de moyens supplémentaires pour massifier la rénovation de l'habitat (particuliers et bailleurs sociaux). Il a permis également la mobilisation de 5 millions d'euros sur 3 ans *via* les certificats d'économie d'énergie (CEE).

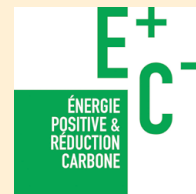
Écoquartier Les Arondes à Roncherolles-sur-le-Vivier (Seine-Maritime)



DREAL Normandie

Le périmètre du PREB est étendu aux bâtiments publics pour lesquels 4,8 millions d'euros seront consacrés à la rénovation des bâtiments des collectivités et de l'État. Pour ce dernier, des travaux d'envergure sont engagés comme la rénovation de la cité administrative de Rouen pour 100 millions d'euros. Au delà du pilotage existant en matière de rénovation de l'habitat, un pilotage régional est mis en place pour permettre aux collectivités de se lancer dans la rénovation de leurs bâtiments. La formation des professionnels reste un levier important. Le label « reconnu garant de l'environnement » (RGE) exigé dans le cas de certaines aides sera revu pour mieux répondre aux besoins de conseil et de qualité des prestations.

Repères



Le label E+C- a été créé pour appuyer la démarche et répond à des niveaux de performance précis. Il est délivré par les certificateurs accrédités (Cofrac ou homologues européens) ayant conventionné avec l'État.

Pour en savoir plus :
www.batiment-energiecarbone.fr/niveaux-deperformance-et-label.
 Ce label préfigure la nouvelle réglementation environnementale des bâtiments en remplacement de la RT 2012.

Impact économique des dispositifs de rénovation énergétique en 2017 en Normandie

CERC Normandie. Bâtiment durable. Chiffres clés 2019. 6 pages. 2019.

Impact des politiques publiques

ENSEMBLE DES RÉNOVATIONS AIDÉES*
 Entre **20 000 & 21 700** logements privés avec rénovation aboutie dont **60 %** en travaux étalés
 + **2 630** logements sociaux rénovés
 = Entre **22 630 & 24 330** logements avec rénovation aboutie
 dont **RÉNOVATIONS PERFORMANTES**
 Environ **60 %** des logements avec rénovation performante aboutie**

Chiffre d'affaires



Entre **475 et 509 millions d'€**
 de chiffre d'affaires lié aux dispositifs d'aides consacré à l'amélioration énergétique des logements
 Soit **19 %** du chiffre d'affaires entretien-rénovation de logements de la région

* Rénovations de type « bouquet 2 actions » minimum
 ** Rénovations performantes : au moins 2 actions sur les postes d'isolation (toiture, fenêtres, murs)
 Source : estimations CERC Normandie à partir d'une méthode d'estimation développée par le Réseau des CERC se basant sur des hypothèses de cumul des dispositifs et sur l'évolution du recours au crédit d'impôt. Dispositifs d'aides pris en compte : CITE, Habiter mieux, éco-PTZ, éco-PLS... hors certificats d'économie d'énergie et TVA à 5,5 %.

Écoquartier de Verson (Calvados)



Valérie Guyot/DREAL Normandie

chiffres clés

La production d'énergie en Normandie (chiffres 2015, source : RTE et Conseil régional)

- Énergie renouvelable (chaleur et électricité) : 9 570 Gwh
- Énergie électrique issue des réacteurs nucléaires : 64 786 Gwh
- Énergie thermique issue de la centrale thermique située au Havre : 3 477 Gwh
- Énergie électrique issue de cogénérations diverses : 3 200 Gwh
- Énergie issue de la transformation de pétrole réalisée par les raffineries : 300 000 Gwh

La consommation d'énergie en Normandie (chiffres 2014)

- Consommation totale : 103 541 Gwh
- Part des énergies renouvelables dans cette consommation : 8,6 %

■ Développer les énergies renouvelables

Pour subvenir à ses besoins, chaque territoire utilise dans des proportions différentes les énergies dont il dispose (solaire, éolien, pétrole, charbon, gaz naturel...) : c'est le « mix énergétique ». Un mix énergétique de bonne qualité doit permettre de combiner des moyens de production adaptés et complémentaires. En France, sa diversification passe par le développement des énergies renouvelables (EnR) et par la réduction de la production d'énergie nucléaire, très fortement représentée dans ces sources d'énergie (72 % de la production d'électricité, source : Commissariat général au développement durable, 2018). La stratégie nationale bas-carbone se fixe l'objectif d'atteindre une part du nucléaire au sein du mix électrique de 50 % à l'horizon 2035. La loi de transition énergétique prévoit que 32 % de la consommation d'énergie en 2030 soit d'origine renouvelable (elle était de 16 % en 2016).

Le développement des énergies renouvelables est un enjeu fort dans un contexte de réduction des émissions des gaz à effet de serre. Aujourd'hui, le vent, le soleil, les chutes d'eau, la biomasse et les courants sont exploités pour produire de l'électricité, du gaz ou de la chaleur renouvelables. La Normandie se mobilise pour augmenter la part de couverture de ses besoins par les énergies renouvelables. La part d'énergie renouvelable est de 8,6 %, en Normandie, en 2014. Cependant, **les différents acteurs doivent aussi tenir compte des impacts environnementaux pour en limiter les éventuels effets négatifs sur l'environnement et pour une bonne insertion des projets dans les territoires.** Les principales énergies renouvelables sont :

- l'énergie hydroélectrique ;
- l'énergie éolienne ;
- l'énergie issue de la biomasse ;
- l'énergie solaire ;
- la géothermie ;
- les énergies marines.

Repères

La filière nucléaire en Normandie

L'énergie nucléaire est considérée comme peu émissive de GES (12 g/kwh, source : Orano), mais elle n'est pas renouvelable. La filière de production d'énergie d'origine nucléaire est fortement présente en Normandie, avec notamment :

- les centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) de Flamanville (2 réacteurs de 1 300 MWe + 1 réacteur de type EPR en construction), Paluel (4 réacteurs de 1 300 MWe) et Penly (2 réacteurs de 1 300 MWe) ;
- le centre de retraitement des combustibles usés de La Hague, qui compte sept installations nucléaires de base, dont quatre sont mises en attente ou en cours de démantèlement ;
- le centre de stockage de déchets de faible et moyenne activité à vie courte de la Manche.

En 2018, les 8 réacteurs nucléaires normands ont produit près de 15 % de l'électricité électronucléaire française soit près de 60 Twh d'énergie électrique. La Normandie produit deux à trois fois plus d'énergie qu'elle n'en consomme (Source : Orano).

Entre 2009 et 2016, la production d'énergies renouvelables a progressé d'environ 20 %.

En 2016, la production d'énergies renouvelables en Normandie est évaluée à 9 986,6 GWh (858,64 ktep), dont 69,9 % correspondent au bois-énergie, incluant la production de chaleur et d'électricité par les cogénérations biomasse. L'éolien, première source d'électricité renouvelable, représente 11,9 % de la production d'énergie renouvelable régionale.



L'éolien terrestre poursuit un développement relativement dynamique avec la mise en service annuelle de plusieurs dizaines de mégawatt attendue pour les prochaines années. Cependant, ce développement est très inégal sur le territoire régional. **Concernant l'éolien offshore (en mer)**, les trois parcs autorisés représentent 1 446 MW. Les mises en service des deux premiers parcs déjà autorisés sont prévues à partir de 2020-2021. Un quatrième projet d'une puissance de 1 GW a été annoncé fin 2018.

Concernant l'hydrolien, la société britannique Simec Atlantis Energy (SAE) a confirmé son projet de s'implanter sur le territoire pour exploiter l'énergie marémotrice dans la Manche, au large de la pointe de La Hague, dans le puissant courant de marée du raz Blanchard. Il est envisagé la mise en activité de dix hydroliennes d'une puissance totale de 20 mégawatts.



La méthanisation à la ferme est dans une très bonne dynamique avec 6/7 méthaniseurs mis en service chaque année et de nombreux projets de méthanisation collective avec injection de gaz dans les réseaux publics sont à l'étude. La 1^{re} installation de méthanisation avec injection a été mise en service en février 2018.



Le photovoltaïque poursuit son développement avec désormais des projets de centrales au sol mises en service en 2018 et 2019, ce qui devrait contribuer à donner un nouvel élan à la filière. Des centrales peuvent notamment être positionnées de manière préférentielle sur des friches industrielles, des toitures de bâtiments agricoles... dans le cadre d'une gestion économe de l'espace.



L'installation de **panneaux solaires thermiques** marque un ralentissement dû au fort développement du solaire photovoltaïque et au nombre plus restreint d'installateurs. La filière propose du matériel performant pour produire de l'eau chaude sanitaire ou chauffer une habitation.



Le bois énergie poursuit son développement

Le nombre de particuliers ayant recours au bois bûche continue sa progression (soutien au remplacement des appareils de chauffage) pour des consommations qui stagnent voire diminuent en lien avec les conditions météorologiques de chaque année. Les installations de chaufferie collective poursuivent leur essor.



Par rapport à 2015, des augmentations pérennes de production sont observées sur le solaire thermique, le solaire photovoltaïque, le biogaz (chaleur + électricité) et la valorisation énergétique des déchets (respectivement +4 %, +5 %, +7 %, +21 %).

Les énergies renouvelables (EnR) sont issues de sources non fossiles renouvelables. Elles servent à produire de la chaleur, de l'électricité ou des carburants. Les EnR sont théoriquement inépuisables mais elles ont des potentiels variables selon la localisation géographique, le climat...

Les différentes formes d'énergie renouvelable

L'énergie hydroélectrique est obtenue à partir de la transformation de l'énergie hydraulique (d'une masse d'eau) en électricité grâce à des turbines et un générateur.

L'énergie éolienne est produite à partir de la force du vent sur les pales d'une éolienne.

L'énergie issue de la biomasse, sous condition de gestion durable, provient de la matière organique d'origine végétale ou animale. Les principales formes de l'énergie de biomasse sont le chauffage alimenté au bois, la combustion de bois et de déchets dans des centrales produisant de l'électricité ou de la chaleur thermique, la méthanisation et les agrocarburants.

L'énergie solaire est produite à partir de la conversion du rayonnement solaire en chaleur directement (généralement de l'eau chaude).

La méthanisation est une technologie basée sur la dégradation de la matière organique en l'absence d'oxygène (contrairement au compostage qui est une réaction en présence d'oxygène).

L'énergie solaire photovoltaïque résulte de la transformation directe de l'énergie lumineuse en énergie électrique à partir de capteurs solaires.

La géothermie est une forme d'énergie utilisant la chaleur du sol.

Les énergies marines sont l'ensemble des énergies exploitées en mer ou sur le littoral : énergie marémotrice houlomotrice, éolienne, hydrolienne (utilisant les courants de marée)...

Production d'énergie renouvelable en Normandie en 2016

Source : ORECAN

Chaleur renouvelable

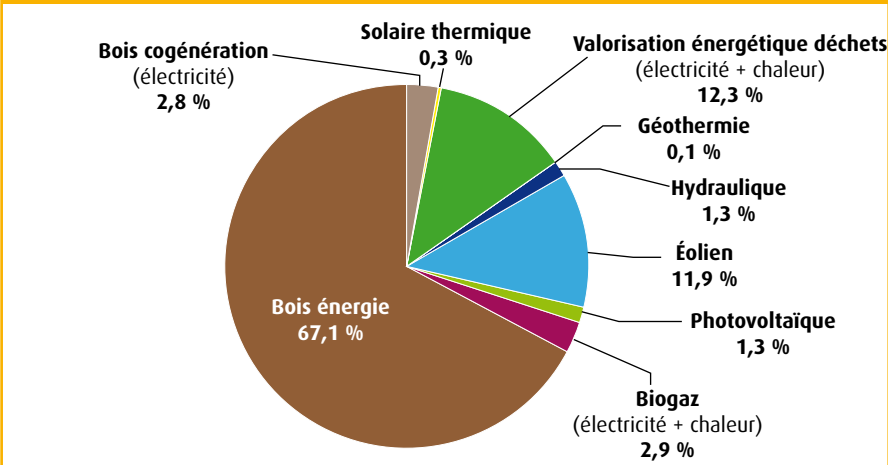
Bois énergie	6 698,0 GWh
Déchets	1 014,6 GWh
Biogaz	161,5 GWh
Solaire thermique	27,8 GWh
Géothermie	12,0 GWh
Total	7 913,9 GWh

Électricité renouvelable

Éolien	1 186,0 GWh
Bois cogénération	279,3 GWh
Déchets	215,8 GWh
Biogaz	132,5 GWh
Solaire photovoltaïque	126,6 GWh
Hydraulique	132,3 GWh
Total	2 072,5 GWh

Part des énergies renouvelables dans la production totale en 2016 en Normandie

Source : ORECAN



Repères

Le panorama de l'électricité renouvelable en Normandie - bilan 2018

www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/le-panorama-de-l-electricite-renouvelable-en-a2567.html

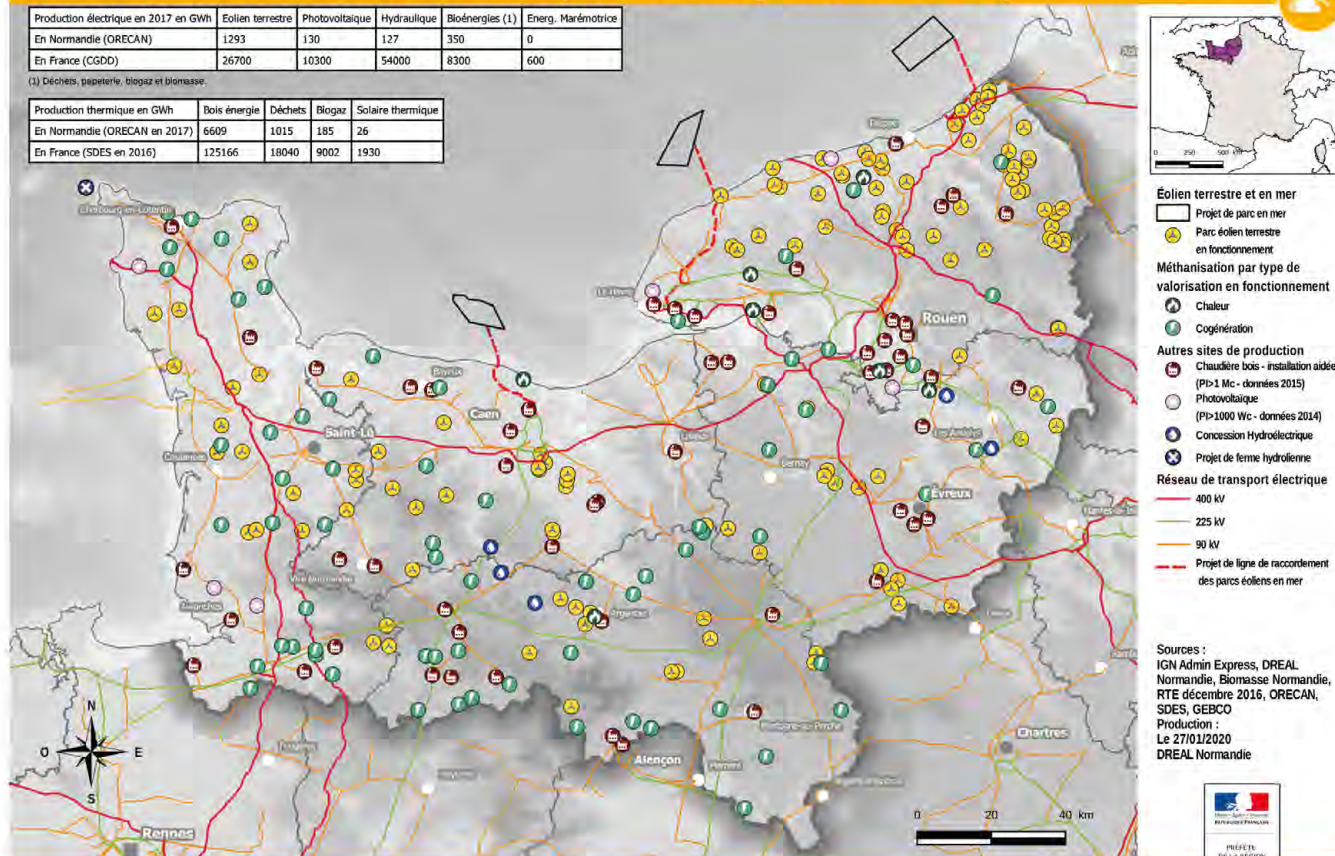


Profil environnemental de Normandie - Sites de production d'énergie renouvelable au 1^{er} janvier 2018

Production électrique en 2017 en GWh	Eolien terrestre	Photovoltaïque	Hydraulique	Bioénergies (1)	Energ. Marémotrice
En Normandie (ORECAN)	1293	130	127	350	0
En France (CGDD)	26700	10300	54000	8300	600

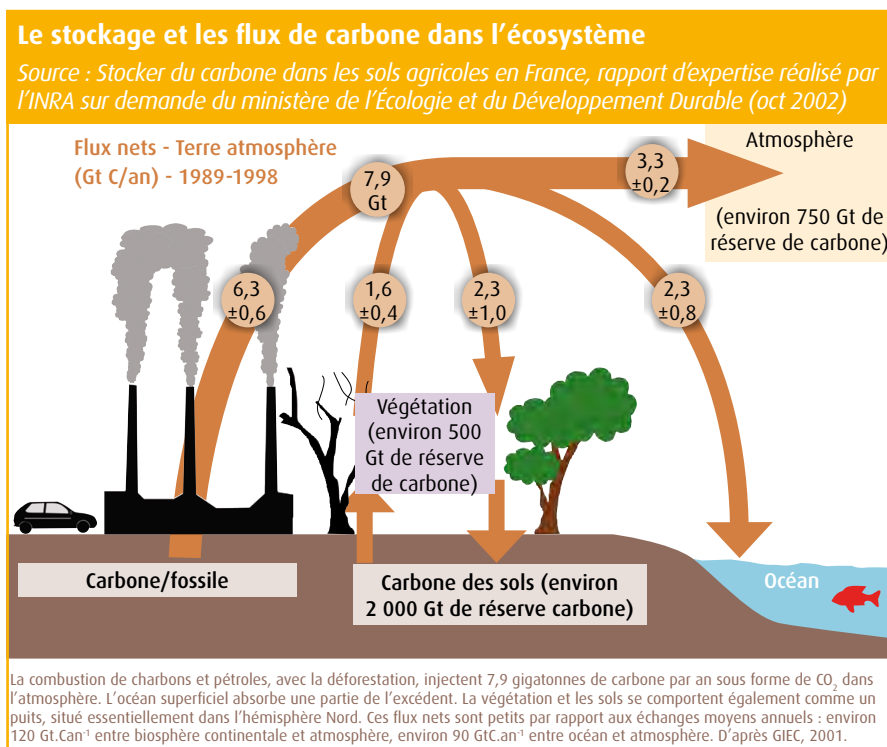
(1) Déchets, papeterie, biogaz et biomasse

Production thermique en GWh	Bois énergie	Déchets	Biogaz	Solaire thermique
En Normandie (ORECAN en 2017)	6609	1015	185	26
En France (SDES en 2016)	125166	18040	9002	1930



■ Augmenter le stockage de carbone dans les milieux

L'augmentation du stockage de carbone dans les sols peut être considérée comme un moyen de réduire la présence de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. La quantité de carbone organique stockée dans la couche superficielle du sol est estimée en moyenne à 74 t/ha. Ce stock dépend essentiellement du type de sol et de son occupation. Les stocks les plus faibles sont observés sous culture permanente (34 t/ha) dans les zones de cultures très productives. Les stocks de carbone organique les plus élevés (entre 80 et 90 t/ha) sont relevés dans les sols de prairies, dans les forêts et les milieux à végétation arbustive et/ou herbacée. Les pelouses et pâturages naturels sont ainsi particulièrement riches en matières organiques. L'occupation des sols permet ainsi de gérer les possibilités de stockage de carbone.



La restauration et la préservation des zones humides

Les zones humides jouent un rôle fondamental dans le cycle du carbone. Ainsi, alors que les tourbières ne couvrent que 3 à 4 % des terres émergées de la planète, elles sont reconnues comme d'importants puits de carbone qui stockent 25 à 30 % du carbone dans les écosystèmes terrestres, soit deux fois plus que les forêts du monde (source : EauFrance). Lorsqu'elles sont correctement préservées, elles peuvent stocker jusqu'à 1 400 t/ha de carbone. Leur drainage et leur transformation pour d'autres usages constituent par conséquent d'importantes sources d'émission. La préservation des zones humides est aujourd'hui une priorité qui doit être partagée par l'ensemble des acteurs du territoire (aménageurs, collectivités, agriculteurs, industriels...).

En savoir plus

L'outil « Aldo » proposé par l'Ademe

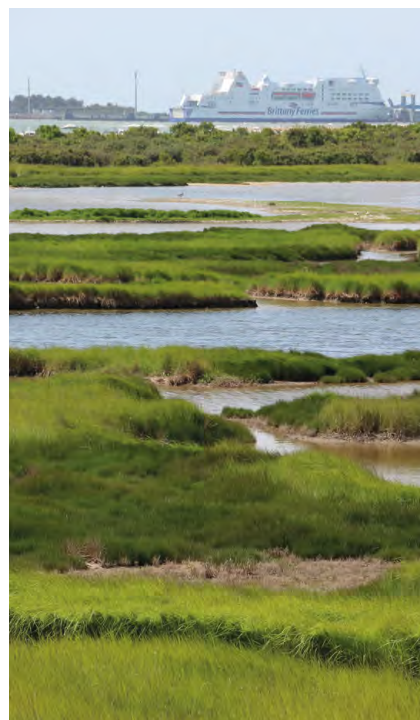
Les sols et les forêts stockent du carbone sous forme de biomasse. Pour aider les territoires à intégrer la séquestration carbone dans leur diagnostic, l'Ademe propose un tableur excel « Aldo » qui propose des valeurs par défaut pour :

- L'état des stocks de carbone organique des sols, de la biomasse et des produits bois en fonction de l'aménagement du territoire ;
- La dynamique actuelle de stockage ou de déstockage liée aux changements d'affectation des sols, aux forêts et aux produits bois en tenant compte du niveau actuel des prélèvements de biomasse ;
- Les potentiels de séquestration nette de CO₂ liés à diverses pratiques agricoles pouvant être mises en place.

Précision : cet outil ne constitue pas une estimation exhaustive de la séquestration du carbone par les milieux.

www.territoires-climat.ademe.fr

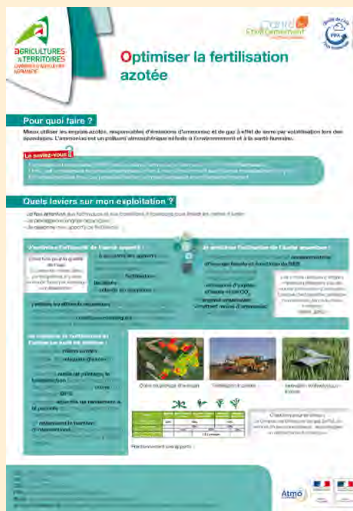
Estuaire de l'Orne (Calvados)



Nathan Simon

En savoir plus

Optimiser la fertilisation azotée



www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/f3-fertilisationazotee_vf2.pdf

L'évolution des pratiques agricoles

L'augmentation du stockage de carbone dans les sols est favorisée par :

- la réduction du travail du sol ;
- le développement de couverts végétaux dans les systèmes de cultures ;
- le développement de l'agroforesterie et des haies ;
- la mise en place de bandes ligno-cellulosiques en secteurs d'openfields (saules, miscanthus) ;
- l'optimisation de la gestion des prairies ;
- la mise en place de bandes enherbées.

D'autres pratiques visent à limiter les émissions de GES. Par exemple, en Normandie, les émissions de méthane (CH₄) produites par les élevages de ruminants représentent une part importante du total des émissions de GES de l'agriculture. Dans ce contexte, les possibilités d'actions sont les suivantes :

- la modification des rations en intégrant plus d'oléagineux comme le lin permettant de réduire les émissions de CH₄ des animaux ;
- le développement de la méthanisation sur le lieu de production pour valoriser le CH₄ produit sous forme de chaleur ou d'électricité. Ce développement doit cependant être encadré pour ne pas générer d'impacts négatifs sur les milieux.

Par ailleurs, dans le cadre d'une réflexion globale des systèmes agricoles, le maintien des prairies permet de compenser une partie des émissions de GES agricoles, du fait de leur pouvoir de stockage non négligeable.

Enfin, la réduction de la fertilisation minérale azotée des cultures est un levier important. Elle peut-être mise en œuvre si elle est accompagnée :

- d'une diversification des assolements ;
- de l'insertion des légumineuses dans les rotations ;
- de choix de variétés de céréales plus rustiques.

La forêt et l'utilisation du bois

La sylviculture peut jouer un rôle majeur dans l'atténuation du changement climatique avec :

- le stockage de carbone en forêt (lorsque la surface forestière s'étend et que son volume de bois par unité de surface augmente, le stockage net de carbone augmente) ;
- le stockage de carbone dans les produits réalisés à partir du bois (une tonne de bois sec contient environ 500 kg de carbone) ;
- la substitution par le bois de matériaux plus énergivores ou dont le processus de fabrication produit du CO₂ ;
- la substitution d'énergies fossiles par le bois en fin de vie ou non utilisable en matériau.

L'exploitation du bois, de manière générale, doit pouvoir tenir compte des enjeux de biodiversité. Certaines espèces ont notamment besoin, pour réaliser leur cycle biologique, du maintien de vieux arbres, de boisements sénescents ou de bois morts au sol. Le recours à des plans de gestion permet d'intégrer ces enjeux de manière plus attentive.



Isabelle Porquet/DRAAF

S'adapter aux évolutions du climat

Les activités humaines doivent tenir compte des évolutions du climat pour en limiter le coût humain et économique et pour favoriser la résilience des milieux.

■ S'adapter : une nécessité

La capacité d'adaptation des territoires permet la prise en compte des changements climatiques en se préparant à leurs conséquences, par l'atténuation des dommages et la valorisation des potentiels.

Le plan national d'adaptation au changement climatique a pour objectif de protéger les populations face aux événements extrêmes et de préparer les collectivités et l'économie à ce nouveau contexte. Avec son deuxième plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2), la France vise une adaptation effective dès le milieu du XXI^e siècle à un climat régional en métropole et dans les outre-mer cohérent avec une hausse de température de +1,5 à 2 °C au niveau mondial par rapport au XIX^e siècle.

Créé en 2001, l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) a montré la volonté d'intégrer les effets du changement climatique dans les politiques publiques environnementales. Il peut mener, dans son domaine de compétence, toute action d'information auprès du public et des collectivités territoriales en métropole et en outre-mer.

L'ONERC propose des outils afin d'aider les décideurs à mieux appréhender les enjeux et à planifier des actions d'adaptation avec des indicateurs, des simulations du climat futur et de la documentation. Il remet chaque année un rapport au Premier ministre et au Parlement.

Repères

Extraits de la publication :
« *Comprendre le plan national d'adaptation au changement climatique* »

Ministère de la Transition
écologique et solidaire



- **Économie** : entre 1 et 3 % de perte de PIB d'ici 2060 en l'absence de mesures d'atténuation complémentaires.
- **Submersion** : près de 2 000 km de voies ferrées submergées d'ici la fin du siècle avec une hausse du niveau de la mer de 1 mètre.
- **Vagues de chaleur** : 474 décès et 8 000 passages aux urgences dus aux 4 vagues de chaleur enregistrées en France en 2017.
- **Sécheresse** : baisse de 20 % environ des précipitations moyennes pour la région languedocienne, le nord des Alpes et le Jura à l'horizon 2100 par rapport à la période 1976-2005 (scénario RCP 8.5).
- **Inondations** : 430 M€, c'est le coût estimé des inondations et orages de mai et juin 2018.
- **Crues** : 180 M€ de dégâts provoqués par les crues de janvier 2018.
- **Biodiversité** : avec un réchauffement de 1 °C, les espèces vivantes doivent se déplacer de 180 km vers le nord ou de 150 m en altitude pour retrouver leurs conditions de vie initiales.

Pour en savoir +

L'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique

Le plan national d'adaptation au changement climatique

www.ecologique-solidaire.gouv.fr



Centre de ressources de l'Ademe

Actions d'adaptation au changement climatique

www.territoires-climat.ademe.fr



Définition

Le « **trait** » de côte est défini par le Service hydrographique et océanographique de la Marine (S.H.O.M.) comme la laisse des plus hautes mers produite par une marée astronomique de coefficient 120 dans des conditions météorologiques normales.

Pour en savoir +

Vous pouvez accéder aux données géographiques concernant la mer et le littoral à l'adresse suivante : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/



■ Délocaliser les activités vulnérables

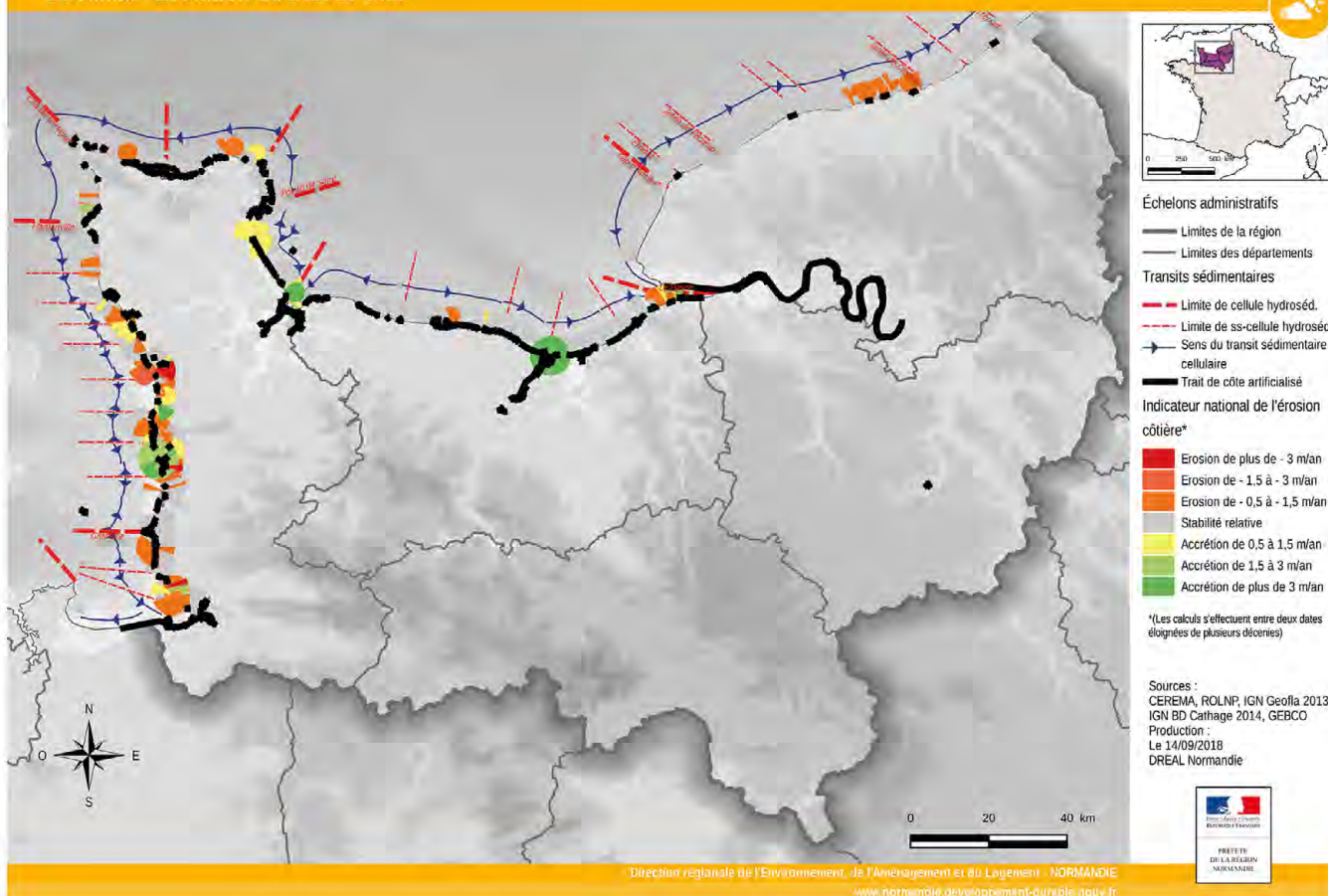
Le **niveau de la mer s'élève en moyenne de 3 mm par an** (source : ministère en charge de l'environnement). Cette élévation, conjuguée au risque accentué de tempêtes, impose de s'interroger sur les activités littorales.

Le trait de côte, limite entre la terre et la mer, est une réalité dynamique, un lieu de rencontre en perpétuel mouvement. Les aménagements humains doivent pouvoir tenir compte de la mobilité du rivage. En France, près d'un quart du littoral recule du fait de l'érosion côtière. Et ce phénomène peut avoir d'importantes incidences sur les activités humaines : l'urbanisation, le tourisme, l'agriculture et sur la biodiversité...

Les activités humaines ont eu tendance à vouloir « fixer » le trait de côte de manière durable, à travers diverses infrastructures, installations, habitations, enrochements... Or, de nombreuses installations sont aujourd'hui vulnérables car exposées au risque de tempête ou de submersion. De plus, ces tentatives se sont souvent avérées fortement destructrices pour les milieux et les installations environnantes (accentuation des phénomènes d'érosion).

La France s'est dotée, en 2012, d'une stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte avec un premier programme d'actions. L'objectif était de renforcer sa connaissance et de favoriser la mise en place de stratégies locales. Les collectivités ont aujourd'hui la charge d'organiser une forme de « recomposition territoriale » pour la sécurité de leurs installations. Véritable cadre de référence,

Le climat - Evolution du trait de côte



la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte permet de définir des principes, en particulier :

- l'adaptation sur le long terme aux évolutions naturelles du littoral ;
- la prise en compte simultanée des défis socio-économiques et environnementaux posés par le recul du trait de côte ;
- l'intégration des écosystèmes côtiers dans la définition de solutions adaptées ;
- l'amélioration et le partage des connaissances sur les écosystèmes côtiers et leurs perspectives d'évolution.

La Région a mis en place depuis 2014 un dispositif intitulé « *Notre littoral pour demain* » visant à mobiliser et à soutenir les élus pour qu'ils s'engagent dans une gestion durable de leur territoire. L'objectif est d'accompagner les collectivités dans la prise en compte des changements climatiques en concertation avec les acteurs socio-économiques et la population. De nombreux territoires normands sont aujourd'hui engagés dans cette démarche. La stratégie de façade maritime Manche Est – Mer du Nord, approuvée le 25 septembre 2019, dispose que ces stratégies locales d'adaptation doivent devenir systématiques dans tous les territoires côtiers.

Actuellement, trois dispositifs sont portés par l'Agence normande du développement durable et le Conseil régional dans la continuité de ces travaux :

- élaboration d'un parcours de formation à destination des élus sur l'adaptation des territoires au changement climatique ;
- réalisation d'un guide à destination des élus locaux pour faciliter le dialogue vis-à-vis des problématiques liées aux enjeux et aléas existants sur les espaces littoraux et arrière-littoraux ;
- vulgarisation des enseignements du projet « Ricochet » relatif aux analyses multirisques des territoires à falaise normands (cf. encadré).

Pour en savoir +

Des outils locaux pour encourager les territoires à s'adapter

Les deux régions Hauts-de-France et Normandie, l'État et le Conservatoire du littoral ont constitué, ensemble, un groupement d'intérêt public, le GIP « réseau d'observation du littoral » (ROL) pour consolider et mieux vulgariser l'expertise sur les mouvements du littoral.

Les services et opérateurs de l'État en Normandie sont engagés, en bonne coordination avec la collectivité régionale, pour mieux articuler développement de la connaissance, prévention des risques, aménagement durable, restauration des écosystèmes et information des parties prenantes du littoral en développant fortement les approches de gestion intégrée et durable de la bande côtière.

Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, Programme d'actions 2017-2019



Notre littoral pour demain



Repères

Le projet Ricochet

L'originalité du projet est d'aborder l'aménagement du territoire dans sa globalité, de la compréhension des processus de changement côtier à l'élaboration de stratégies de gestion durable. Il s'intéresse à la gestion des territoires côtiers soumis à des aléas multiples, parfois concomitants, à la fois littoraux (érosion et submersion) et continentaux (inondations par remontée de nappe, crues turbides, mouvements de versants). Ces territoires peuvent être confrontés à la nécessité de prévoir la relocalisation des personnes et des biens.

Ce projet a trois objectifs principaux :

1. Comprendre la dynamique actuelle du continuum terre / mer et réaliser le bilan des échanges de matières ;
 2. Déterminer les impacts multisectoriels du changement global, de l'augmentation des tempêtes et de l'élévation du niveau moyen de la mer sur le fonctionnement du système falaise-plage et de son arrière côte ;
 3. Accompagner l'appropriation de la thématique du changement côtier par les élus locaux pour la mise en place de stratégies durables d'adaptation.
- C'est un projet de recherche collaborative entreprise (PRCE) en partenariat entre quatre laboratoires de recherche académiques (LETG-Caen, LDOBrest, M2C-Caen, LETG-Brest), un organisme public (BRGM-Orléans), une association scientifique (ANDD) et une entreprise (AZURDRONES, Paris).

Financements : Agence nationale de la recherche - Coordinateurs : Olivier Maquaire et Stéphane Costa
Pour en savoir plus : www-iumem.univ-brest.fr/pops/projects/anr-ricochet-2017-2020

Pour en savoir +

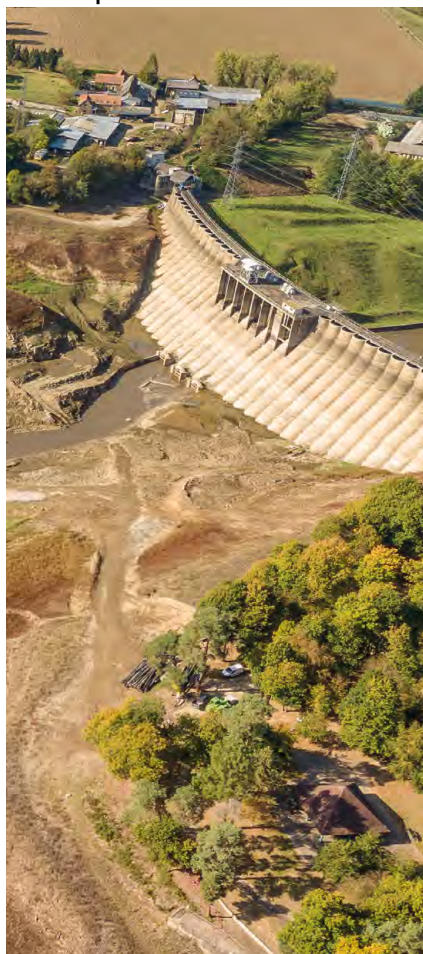
Les solutions fondées sur la nature



Union internationale pour la conservation de la nature France (UICN). *Les solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques et réduire les risques naturels en France*. Paris. 2018.

<https://uicn.fr>

La déconstruction du barrage de Vezins (Manche), en 2020, a permis de rétablir une partie des continuités écologiques interrompues.



Fabrice Parais/DREAL Normandie

■ Préserver ou restaurer les milieux écologiques

Les milieux naturels offrent de nombreux services aux activités humaines. La préservation ou la restauration de ces milieux permet par conséquent de retrouver des fonctionnalités détruites ou altérées. Ainsi, l'Union internationale pour la conservation de la nature a mis en avant la notion de « solutions fondées sur la nature » (cf. encadré). Cette approche a été reprise par le ministère en charge de l'environnement et l'Office français pour la biodiversité.

Ces « solutions fondées sur la nature » sont définies comme des actions visant à protéger, à gérer de manière durable et à restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative. L'objectif est de s'appuyer sur des écosystèmes sains, résilients, fonctionnels et diversifiés afin de contribuer à la lutte contre les changements climatiques, à la réduction des risques naturels et à l'atteinte des objectifs de développement durable.

Les solutions fondées sur la nature se déclinent en trois types d'actions, qui peuvent être combinées dans les territoires :

- la préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique ;
- l'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines ;
- la restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes.

Le maintien ou la restauration de la fonctionnalité des milieux aquatiques est un exemple particulièrement éloquent à ce titre : zones humides, linéaires des cours d'eau (respect des lits majeurs...), connexions latérales.

Ainsi, la suppression de nombreux obstacles à la libre circulation des poissons migrateurs dans la vallée de la Sélune doit permettre sa renaturation et la restauration d'une partie de la biodiversité. Deux barrages hydroélectriques avaient été construits dans la première moitié du XX^e siècle sur la Sélune : le barrage de Vezins et celui de La Roche-qui-Boit, modifiant profondément le cours d'eau, les paysages, la faune et la flore. La remise en état écologique du cours d'eau est la solution qui ouvre le plus de possibilités pour l'avenir de la vallée, d'autant que les ouvrages ne présentent pas de perspective intéressante en termes de production d'électricité. Cette opération de restauration est exceptionnelle et unique en Europe. Ainsi, 90 km de cours d'eau seront, à l'issue de l'opération, entièrement ouverts à la reconquête de la biodiversité, avec le retour d'espèces emblématiques comme le saumon de l'Atlantique et l'anguille européenne. Les travaux sur le barrage de Vezins, réalisés sous la maîtrise d'ouvrage de l'État, ont démarré en mars 2017 et se sont achevés en 2020. L'opération doit se poursuivre par le démantèlement du barrage de La Roche-qui-Boit.

De même, la préservation d'espaces naturels en libre évolution ou d'îlots de sénescence en milieux forestiers constituent un moyen très intéressant de restaurer la biodiversité dans certains territoires.

De manière générale, l'enjeu du rétablissement des services rendus par les écosystèmes nécessite aujourd'hui que les collectivités, à toutes les échelles du territoire, s'interrogent sur la manière de restaurer certains milieux stratégiques : zones humides, estuaires...

■ Adapter l'aménagement urbain et l'habitat

Rationaliser l'usage des sols

Les sols, en tant que milieux écologiques, remplissent de nombreuses fonctionnalités :

- épuration et régulation de l'eau ;
- réservoir de nutriments et d'eau ;
- régulation des flux de gaz à effet de serre ;
- recyclage des matières organiques.

Ils sont aussi un support de développement pour les activités humaines. A tous les niveaux, ces activités ont des incidences sur leurs fonctionnalités. Ainsi, les collectivités, les professionnels et même les particuliers ont la possibilité d'agir sur la qualité des sols, en limitant l'émission et l'utilisation de produits polluants, et en encourageant un usage rationnel de l'espace. L'étalement urbain a été très marqué ces dernières années en Normandie. L'artificialisation de l'espace progresse à un rythme cinq fois supérieur à la croissance démographique (source : CESER). En s'étalant, les villes recouvrent d'anciens terrains naturels ou agricoles. Les pertes de terres sont autant de ressources alimentaires potentielles détruites ou de fonctions écologiques disparues (régulation des écoulements de l'eau, réservoirs et supports de biodiversité...). Ainsi, les déplacements sont accrus, créant de nouvelles sources de pollutions (dont l'émission de GES) et des phénomènes de ruissellement amplifiés. L'utilisation rationnelle des sols par les activités humaines est un enjeu majeur pour l'adaptation au changement climatique.

En Normandie, le développement des zones commerciales, de même que celui des zones d'activités économiques, a été tel que la vacance de logements ou de locaux ne concerne plus seulement les centres mais aussi de nombreuses cellules commerciales au sein des zones commerciales périphériques (8 % du parc de logements est vacant en Normandie, source : CESER Normandie). Le poids des concurrences territoriales favorise des pratiques de gestion de l'espace très peu économes. C'est pourquoi, les documents de planification des collectivités ont un rôle majeur à jouer pour une gestion beaucoup plus rationnelle de l'espace à construire.

Pour en savoir +

Agence de l'eau Seine-Normandie. *Stratégie d'adaptation au changement climatique sur le Bassin Seine-Normandie*. 84 pages. Août 2018.

Agence de l'eau Loire-Bretagne. *Plan d'adaptation au changement climatique sur le Bassin Loire-Bretagne*. 80 pages. Avril 2018.

Repères

La préservation d'espaces en libre évolution

Le programme PRELE

Un espace naturel en libre évolution est un terrain pour lequel la volonté est de ne pas intervenir. Cet espace évolue librement sans usage particulier, quelle que soit son histoire agricole, forestière, industrielle ou autre.

Le « Programme Régional d'Espaces en Libre Évolution », coordonné par le Conservatoire d'espaces naturels a pour objectif de :

- sensibiliser sur la nature en libre évolution ;
- développer un réseau de sites partenaires ;
- améliorer la connaissance sur les dynamiques écologiques.

Pour en savoir plus :

www.cen-normandie.fr

Pour en savoir +

Si la poussée des grandes cultures reste la principale raison de la disparition des prairies, l'artificialisation des sols fait le reste. Entre 2008 et 2016, la Normandie perd 0,7 % de sa surface agricole, soit 13 500 hectares consommés par l'artificialisation des sols. Au final, les terres agricoles consommées sont toujours des prairies.

Source : DRAAF, Atlas agricole de Normandie, 2018.

Pour en savoir +

<http://collectivitesviables.org>



Écoquartier Fieschi à Vernon (Eure)



Chantal Kane/DREAL Normandie

Agir sur les îlots de chaleurs urbains

Un îlot de chaleur urbain est une « sorte de dôme d'air plus chaud couvrant la ville » (Olivier Cantat, 2004). Toutes choses égales par ailleurs, les températures sont plus élevées en zone urbaine. C'est le résultat des choix d'aménagement des milieux de vie, avec notamment la minéralisation et l'assèchement des surfaces. Cet enjeu local est préoccupant pour les villes puisqu'il entraîne de nombreuses conséquences sur la santé et le bien-être. La chaleur accablante aggrave les risques sanitaires (allergies et problèmes respiratoires ou cardiovasculaires...).

La différence de température entre un îlot de chaleur urbain et les secteurs environnants peut atteindre jusqu'à 12°C dans les très grandes agglomérations. La portée d'un îlot de chaleur urbain peut être très locale ou un peu plus vaste (à l'échelle de la ville). Il se répercute aussi dans le milieu souterrain et entraîne une élévation de la température des nappes phréatiques.

Le développement des îlots de chaleur : plusieurs causes

■ Les surfaces artificialisées en plein développement

Les nombreuses surfaces artificielles des milieux urbanisés sont en grande partie composées de matières minérales, tels l'asphalte, le bitume, le gravier et le béton. La multiplication de ces surfaces (routes, aires de stationnement, toits, murs...) est l'un des plus importants facteurs de création des îlots de chaleur urbains.

■ La diminution de la végétation et de l'eau de surface

L'urbanisation provoque la diminution de la végétation et des plans d'eau, deux vecteurs d'évaporation de l'eau et de rafraîchissement des ambiances thermiques.

■ Les émissions de chaleur anthropiques

L'activité humaine est source d'émission de chaleur qui vient s'ajouter à la chaleur ambiante du milieu. L'activité industrielle, les transports et la climatisation sont les principales sources anthropiques.

■ La morphologie urbaine

Lorsque les rayonnements pénètrent entre les bâtiments, ils augmentent la superficie de surfaces absorbant le rayonnement solaire. La couleur des bâtiments a, elle aussi, une incidence sur l'accumulation de chaleur. Pendant la nuit, la chaleur de la partie urbaine supérieure est piégée par une couche d'air frais qui se forme sur les toits des édifices. Ainsi, le rafraîchissement naturel de nuit ne peut s'opérer.

Les aménagements urbains peuvent limiter considérablement les phénomènes d'îlots de chaleur grâce à plusieurs types d'actions :

- ▶ réduire les surfaces minéralisées et bitumées ;
- ▶ verdifier les espaces publics et les bâtiments ;
- ▶ retenir l'eau en ville ;
- ▶ réduire la production de chaleur anthropique (diminution de la circulation automobile...) ;
- ▶ diminuer l'absorption de la chaleur par les choix de couleurs et de matériaux.

Gérer les ambiances intérieures par des constructions bioclimatiques

Les conceptions dites « bioclimatiques » permettent de répondre à l'amélioration des performances environnementales. Afin de réduire l'impact environnemental des constructions, il convient de concevoir des bâtiments qui consomment le moins d'énergie possible pour assurer le confort de leurs occupants. Le principe est simple : il s'agit de mettre à profit les conditions climatiques locales en concevant les bâtiments et la forme urbaine pour maximiser les apports solaires en hiver et la ventilation naturelle en été (orientation des façades, disposition et taille des baies vitrées, forme géométrique et répartition des édifices, placement de la végétation et des masques solaires, inertie thermique des bâtiments...).

■ Adapter les techniques et les aménagements agricoles et sylvicoles

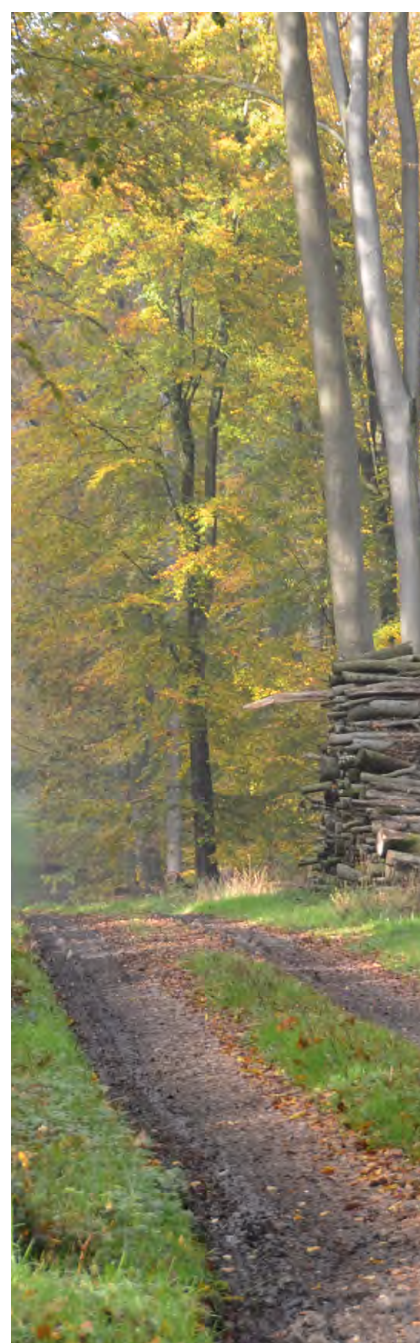
Les productions agricoles et sylvicoles font partie des premiers secteurs économiques touchés par le changement climatique. Si les connaissances scientifiques permettent de proposer des adaptations, les démarches de recherche participative vont devoir se généraliser afin d'affiner localement ces connaissances. Certaines cultures pourront être remises en question compte tenu des évolutions locales (climat, hydrologie...). Au niveau du littoral, l'entrée de sels dans les nappes phréatiques modifiera les conditions d'exploitation.

De nouvelles cultures pourront voir le jour en Normandie, comme la vigne, modifiant l'équilibre économique des filières agricoles dominantes (grandes cultures et bovins), mais offrant de nouveaux débouchés potentiels aux agriculteurs.

L'adaptation des techniques agricoles (source : DRAAF)

Avec la fragilisation des écosystèmes et la raréfaction de la ressource en eau, les techniques agricoles devront s'adapter. En Normandie, la végétation cultivée semble montrer les signes d'une évolution déjà sensible du climat : les variétés cultivées de maïs sont dorénavant celles qu'on avait l'habitude d'utiliser dans le Sud-Ouest, avec une croissance nettement accélérée et une augmentation du rendement. Plus généralement, l'adaptation des espèces cultivées pourra passer par la sélection de nouvelles variétés ou le choix de variétés rustiques plus résistantes aux sécheresses estivales. Concernant l'élevage, il pourra être nécessaire d'envisager un changement des plantes fourragères actuelles au profit de légumineuses qui supportent mieux la chaleur. Une sélection des animaux les plus résistants pourrait être envisagée en privilégiant les espèces rustiques.

L'adaptation passe aussi par des modifications des systèmes d'exploitation et des pratiques. Les dates de semis ou de mise à l'herbe devront probablement être avancées. Le remaniement du fonctionnement des filières existantes autour de l'agriculture (engrais, pesticides, machines, industries agroalimentaires...)



Isabelle Porquet/DRAAF

Chemin pédestre à Thaon (Calvados)



Sandrine Hélicher/DREAL Normandie

permettrait d'accompagner ces changements au sein des exploitations. Les cultures littorales devront intégrer davantage l'entrée de sels dans les nappes phréatiques (biseau salé).

Enfin, la préservation de la qualité écologique des milieux, et notamment de la ressource en eau, nécessite la réduction des pollutions à la source avec en particulier la diminution du recours aux intrants (engrais, pesticides).

La revalorisation et la réintroduction des haies dans le système d'exploitation permettrait de réduire les phénomènes de ruissellement et d'érosion des sols et de préserver ou restaurer les nombreux services qu'elles rendent aux activités humaines (cf. encadré)

L'adaptation des techniques sylvicoles (Source : DRAAF)

Selon la vitesse du changement climatique, certaines essences ne pourront pas migrer à temps vers des niches favorables et la biodiversité forestière risque de se réduire, comme la capacité à produire du bois et d'autres biens et services écosystémiques.

Des programmes de recherches nationaux et régionaux, ainsi que des dispositifs expérimentaux sont en cours pour aider les sylviculteurs à mieux anticiper ces évolutions. La diversité des pratiques sylvicoles est favorable à la résilience de la forêt, mais les quelques pistes suivantes font consensus comme étant de bonnes voies d'adaptation :

- diversifier les essences, en choisissant les plus adaptées au milieu, et souvent les moins exigeantes en eau ;
- maintenir des forêts peu denses, afin d'optimiser l'alimentation en eau et en lumière de tous les arbres et afin d'éviter les dépérissements ;
- limiter la hauteur des arbres pour réduire la vulnérabilité aux tempêtes ;
- en dehors des îlots de vieillissement et de sénescence, limiter la prise d'âge des arbres pour réduire leur vulnérabilité aux attaques sanitaires ;
- promouvoir des îlots de vieillissement et de sénescence ainsi que la création de zones biologiques forestières ou de forêts labellisées en libre évolution.

Repères

Les multiples services rendus par les haies :

- stockage de carbone ;
- contributions aux continuités écologiques ;
- production de bois ;
- limitation des ruissellements en période de fortes pluies ;
- limitation de l'érosion et maintien des sols ;
- régulation climatique en cas de fortes chaleurs ou de vents importants ;
- infiltration de l'eau dans les sols ;
- protection des animaux en cas de fortes chaleurs ;
- filtres des polluants ;
- réservoirs de biodiversité.

Les politiques et outils de référence

Confrontées au changement climatique, les institutions publiques développent des politiques d'adaptation et d'atténuation. À chaque niveau territorial, l'implication de l'ensemble des acteurs est décisif pour l'avenir des territoires et de leurs habitants.

Au niveau mondial



Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), 1992

- Mise en place pour trouver des solutions au changement climatique.
- Réunit annuellement presque tous les pays du monde.
- Son organe majeur : la Conférence des Parties (dite COP).
- 3 principes : précaution, responsabilité commune mais différenciée, droit au développement économique.



Protocole de Kyoto, 1997 : engagements qualitatifs, juridiquement contraignants de réduction des émissions de GES

- **Entrée en vigueur** : 2005.
- **Périodes concernées** : 2006-2012 et 2013-2020.

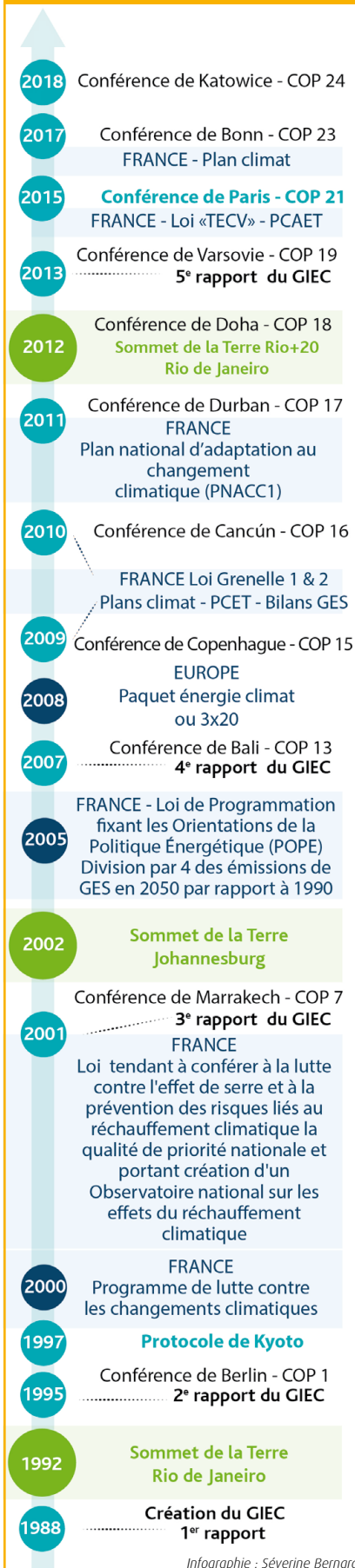


COP 21, décembre 2015 : Accord de Paris, premier accord universel sur le climat signé par 195 pays

- **Objectif** : contenir le réchauffement climatique à la fin du siècle en dessous de 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle.
- Zéro émission nette dans la 2^e partie du siècle.
- Efforts révisés tous les 5 ans.
- États-Unis (2^e émetteur mondial de GES) sortis de l'Accord de Paris, jugé trop contraignant.



Les engagements climatiques internationaux et nationaux 1988-2018



Infographie : Séverine Bernard



■ Au niveau européen



► 2014 : Cadre pour le climat et l'énergie à l'horizon 2030

- réduire les émissions de GES d'au moins 40 % par rapport au niveau de 1990 ;
- porter la part des énergies renouvelables à au moins 27 % de la consommation énergétique ;
- améliorer l'efficacité énergétique de 27 %.

► 2008 : Paquet Énergie-Climat pour 2020

- réduire de 20 % les émissions de GES par rapport à leurs niveaux de 2005 ;
- porter la part des énergies renouvelables à 20 % de la consommation énergétique totale de l'Union européenne ;
- réduire de 20 % la consommation énergétique par rapport à l'augmentation tendancielle en améliorant l'efficacité énergétique.

- 2005 : **Système communautaire d'échange de quotas d'émission** de CO₂ mis en place pour limiter les émissions européennes de GES liées aux secteurs de l'industrie et de l'énergie.

■ Au niveau national

La France s'est dotée d'une stratégie pour l'énergie et le climat, pour la décennie 2018-2028, qui repose sur la stratégie nationale bas-carbone et la programmation pluriannuelle de l'énergie.



Stratégie nationale bas-carbone (SNBC)

- Feuille de route de la France pour réduire ses émissions de gaz à effets de serre, établie avec les parties prenantes et le public.
- **Cap** : neutralité carbone en 2050. Les émissions de GES devront être inférieures ou égales aux quantités de GES absorbées par les milieux naturels gérés par l'homme (forêts, prairies, sols agricoles...) et certains procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone).
- **Outils** : les budgets carbone, qui sont des plafonds d'émission exprimés en millions de tonnes équivalents CO₂.
- **Objectif 1** : décarboner la production d'énergie
- **Objectif 2** : réduire de moitié les consommations d'énergie
- **Objectif 3** : réduire les émissions non liées à la consommation d'énergie (agriculture, procédés industriels...)
- **Objectif 4** : augmenter les puits de carbone
- **Horizon 2050** : zéro émission dans les domaines des transports, du bâtiment et de la production d'énergie ; 46 % de réduction des émissions pour l'agriculture, 66 % pour les déchets et 81 % pour l'industrie.

Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (« TECV »)

- ▶ Donne le « cap » à la trajectoire énergétique et climatique de la France et vise à préparer l'après-pétrole. Elle fixe des objectifs chiffrés pour la politique énergétique nationale, à moyen et à long termes, notamment :
 - ➔ réduire de 40 % les émissions totales de GES en 2030 par rapport à 1990 (la trajectoire est précisée dans les budgets carbone) ;
 - ➔ multiplier par 5 la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux à l'horizon 2030 ;
 - ➔ amener la part des énergies renouvelables à 32 % de la consommation finale d'énergie en 2030 ;
 - ➔ amener la part des énergies renouvelables à 40 % de la production d'électricité en 2030 ;
 - ➔ diviser par 2 notre consommation finale d'énergie en 2050 par rapport à 2012.

Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)

- ▶ Outil de pilotage de la politique énergétique de la France
- ▶ Créée par la loi TECV de 2015 (cf. ci-dessus)

À quoi sert-elle ?

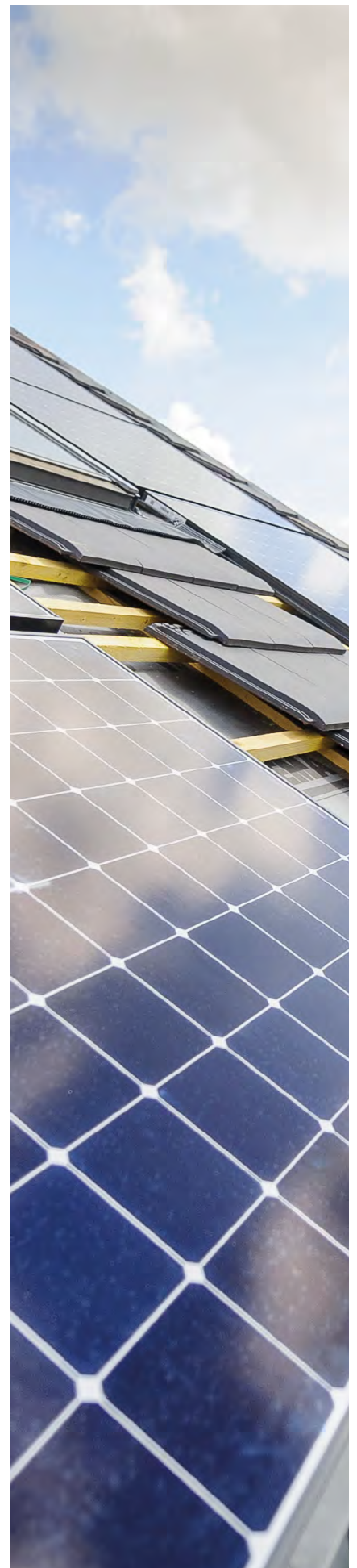
Elle fixe les priorités d'actions pour la politique énergétique qui permettront à la France d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

Durée : 2 périodes successives de 5 ans :

- 2019-2023
- 2024-2028

Objectifs :

- ▶ Faire baisser la consommation d'énergie
- donner un juste prix au carbone dans toute l'économie
- améliorer l'efficacité énergétique
- ▶ Réduire l'usage des énergies fossiles
- fermer les dernières centrales à charbon d'ici à fin 2022
- remplacer 1 million de chaudières au fioul d'ici 2023
- ▶ Diversifier le mix énergétique
- développer les énergies renouvelables
- réduire la part du nucléaire
- ▶ Développer l'emploi
- ▶ Renforcer le pouvoir d'achat





Nouveau Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) 2018-2022

2^e volet de la politique climatique française (avec la SNBC)

Objectif général :

- ▶ Protéger la population face aux événements climatiques extrêmes et rendre résilients les principaux secteurs économiques (agriculture, industrie, tourisme) face aux changements climatiques.

4 grandes orientations :

- ▶ Impliquer davantage les acteurs territoriaux ;
- ▶ Donner la priorité aux actions fondées sur la nature lorsque c'est possible ;
- ▶ Impliquer les grandes filières économiques, au travers d'études prospectives notamment ;
- ▶ Prendre des mesures adaptées en Outre-mer.



Plan Climat 2017

- ▶ Accélérer la lutte contre le changement climatique en France et à l'international ;
- ▶ Atteindre la neutralité carbone en 2050 ;
- ▶ Rendre l'Accord de Paris irréversible.

■ Outils régionaux et territorialisés

Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)

Les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux visent un bon état des eaux et la satisfaction des objectifs assignés aux zones protégées. Ils comprennent :

- un état des lieux ;
- des orientations ;
- des dispositions et des actions.

Les programmes de mesure des SDAGE identifient les actions nécessaires à mettre en œuvre pendant 6 ans pour répondre à leurs objectifs environnementaux.

Les agences de l'eau Seine-Normandie et Loire-Bretagne ont publié leur stratégie d'adaptation au changement climatique :

- ▶ eau-seine-normandie.fr
- ▶ sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr



Dans le bassin Seine-Normandie, le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) réglementairement en vigueur est le SDAGE 2010-2015 suite à l'annulation de l'arrêté du 1^{er} décembre 2015. L'annulation a été prononcée par jugements en date des 19 et 26 décembre 2018 du Tribunal administratif de Paris. À titre documentaire, le SDAGE 2016-2021 reste cependant une référence précieuse et opérationnelle.



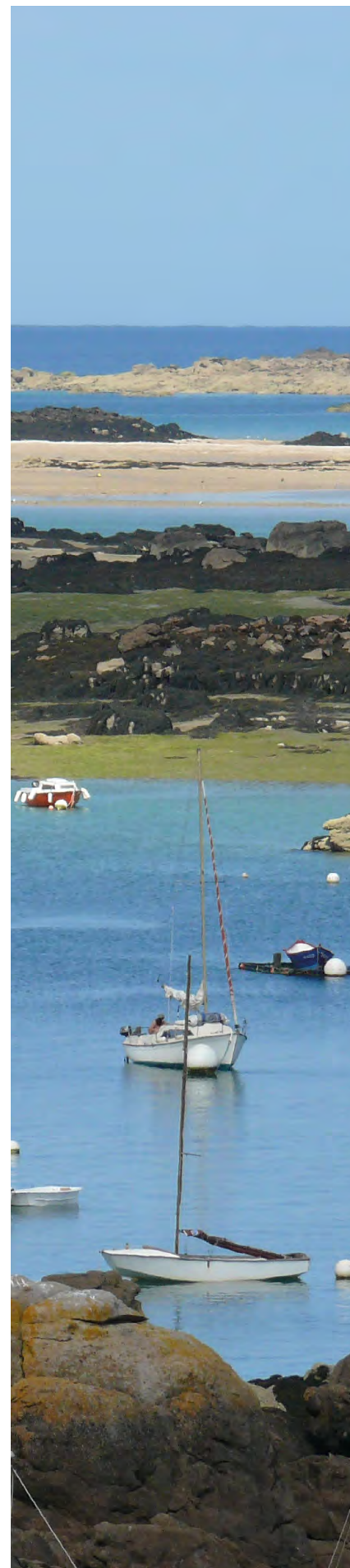
Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)

- ▶ Définir les grandes priorités d'aménagement du territoire :
- fusionne plusieurs documents existants (notamment SRCAE, Plan Déchets, Schéma régional intermodalité et SRCE) ;
- doit être pris en compte dans les plans et schémas de territoire (SCoT, PDU, PCAET...)

Programme régional de la forêt du bois

- ▶ Décliner le programme national de la forêt et du bois
- donne des orientations de travail pour adapter les forêts normandes au changement climatique ;
- encourage l'utilisation du bois en substitution de matériaux ou d'énergies d'origine fossile.

Chausey (Manche)



Sandrine Héricher/DREAL Normandie



Plans climat air énergie territoriaux (PCAET)

- ▶ **Projet territorial** fondé sur un diagnostic, une stratégie, un programme d'actions et un dispositif de suivi et d'évaluation :
 - ↳ favoriser l'appropriation des thématiques de transition énergétique par les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants...
 - ↳ renforcer et développer le rôle des collectivités dans la lutte contre le changement climatique, la maîtrise des consommations d'énergie, la promotion des énergies renouvelables et l'amélioration de la qualité de l'air.



Bilan de gaz à effet de serre (BEGES)

- ▶ Obligatoire pour les collectivités territoriales de plus de 50 000 habitants, les établissements publics de plus de 250 agents et les entreprises privées de plus de 500 employés :
 - ↳ évaluer les émissions annuelles de GES et identifier les leviers d'actions en vue de leur réduction.

Synthèse, enjeux et orientations

Synthèse : les grilles AFOM

Les grilles « Atouts Faiblesses Opportunités Menaces » permettent de faire le lien entre le diagnostic et les enjeux et orientations. Ces grilles sont établies selon un objectif spécifique. Concernant le « climat », il s'agit du développement durable de la Normandie. Les éléments présentés en haut des grilles (atouts et faiblesses) concernent les points spécifiques à la région et sur lesquels il est possible d'agir. Les éléments situés en bas des grilles (opportunités et menaces) concernent les points qui ne sont pas spécifiques à la région. Les grilles ont été réalisées dans le cadre d'ateliers menés avec les rédacteurs du diagnostic (cf. page 2). Elles sont actualisées annuellement.

Plan du chapitre

- Synthèse : Les grilles AFOM
- Enjeux et orientations



Atouts

Les composantes environnementales et la santé

- Climat tempéré dont les excès restent « modérés » : températures, précipitations, vents, ensoleillement.
- Intérêt de la modération des températures pour la santé.
- Précipitations relativement régulières permettant le renouvellement de la ressource en eau.
- Grande diversité des écosystèmes et des paysages favorables à la résilience.
- Configuration naturelle des cours d'eau : les têtes de bassins versants sont pour la plupart situées dans la région, ce qui permet de disposer de leviers d'action.

Les activités humaines

- Climat tempéré : activités relativement peu perturbées par des événements climatiques extrêmes.
- Développement agricole : accès aux ressources alimentaires, débouché économique, possibilité de circuits courts et savoir-faire local.
- Diversité des paysages et modération des températures favorables au développement touristique.
- Ressources pour l'énergie renouvelable : éolien, photovoltaïque, hydroléon...
- Réseau territorial assez équilibré avec de nombreuses villes moyennes, notamment à l'ouest de la région, favorisant des distances assez courtes d'accès de la population au travail et aux services.

Opportunités

- Sensibilisation à la nécessaire prise en compte d'un « environnement favorable à la santé ».
- Progrès de la diffusion de l'innovation industrielle.
- Développement de modes de transport alternatifs.
- Progrès de la recherche agricole.
- Réseau de connaissance et organisation territoriale favorables à l'action.
- Mise sur le marché de véhicules moins polluants.
- Développement de techniques permettant d'anticiper les effets de l'évolution du climat (architecture, construction, isolation, végétalisation...).

Faiblesses

Les composantes environnementales et la santé

- Disparités territoriales et temporelles de précipitations et de températures.
- Destructions d'écosystèmes et développement d'espèces exotiques envahissantes (frelon asiatique, chenille processionnaire, moustique tigre...).
- Diminution de la ressource en eau et situations de conflits d'usage.
- Épisodes de pics de pollution avec la diminution des précipitations.
- Dégradation de la qualité des milieux aquatiques et des sols : érosion des sols et augmentation des risques naturels.
- Réseau de soins : difficulté de renouvellement des personnels soignants dans certains secteurs et accroissement des inégalités territoriales.
- Pollutions liées à certaines énergies renouvelables (chauffage au bois et particules fines...).
- Régression du bocage et des zones humides.
- Couvert forestier relativement faible sur le territoire.

Les activités humaines

- Climat actuel tempéré : activités humaines peu préparées à la « gestion d'excès climatiques ».
- Adaptation de la zone littorale : nécessaire relocalisation de certaines activités humaines.
- Étalement urbain et croissance démographique : uniformité des modes de développement à questionner.
- Sylviculture : nécessité d'une gestion très en amont pour tenir compte de la durée d'exploitation.

Menaces

- Faible prise en compte des impacts du changement climatique lié à un manque de prise de conscience des enjeux qui y sont associés.
- Élévation du niveau marin.
- Modification des systèmes écologiques et difficultés d'anticipation de l'évolution des espèces.
- Tendance à l'inertie des pratiques individuelles et collectives.
- Mutations nécessaires des activités économiques.
- Dépendance des activités humaines à de nombreux produits polluants qui se retrouvent dans les différentes composantes de l'environnement et altèrent la santé.
- Injonctions contradictoires pour les besoins d'une croissance immédiate et les besoins de modes de vie sains et durables.
- Risque d'un recours accru à de nouveaux produits polluants pour compenser les pertes de rentabilité.
- Forts impacts et coûts sanitaires importants liés aux pollutions.
- Aménagement territorial trop axé sur un modèle de développement « centrifuge » (rayonnement à partir de métropoles ou de grandes villes).
- Poursuite de la régression des milieux humides et de la trame bocagère.

Enjeux et orientations

Les enjeux et orientations ont été définis en ateliers participatifs et suite aux consultations externes réalisées. Pour chaque enjeu, plusieurs orientations sont définies. Elles ont vocation à être déclinées par l'ensemble des acteurs du territoire : État, collectivités locales, entreprises, associations, citoyens...

Définitions

Un enjeu :

ce qui est « en jeu », « ce que l'on peut gagner ou perdre »

Une orientation :

« ce qui permet de donner du sens »

L'approfondissement et le partage des connaissances, des enjeux pour les activités humaines face au changement climatique

► Aborder les connaissances liées au changement climatique de manière partagée, active et courageuse, en impliquant les différents acteurs des territoires

1/ Partager, avec l'ensemble des acteurs du territoire et notamment les citoyens, les connaissances relatives à l'ampleur des changements climatiques et à la vitesse des évolutions constatées ainsi qu'à leurs impacts majeurs sur les activités humaines.

2/ Permettre aux différents acteurs de contribuer au développement de ces connaissances, d'exprimer leurs positionnements, leurs attentes et leurs implications possibles.

3/ Partager et diffuser, en retour, les évolutions concrètes attendues sur les territoires.

► Développer et partager les réseaux dynamiques d'observation et d'analyse des changements climatiques dans tous les domaines concernés

1/ Décloisonner les approches pour améliorer la complémentarité des dispositifs et la représentation des citoyens.

2/ Entretenir, développer et homogénéiser les réseaux dynamiques d'observation et d'information sur l'évolution du climat, ses causes et ses impacts.

3/ Mettre en place et développer les systèmes d'évaluation et d'alerte sur l'évolution du climat.

4/ Transmettre les savoirs aux citoyens, aux écoliers, aux collectivités et aux entreprises en les impliquant concrètement dans la vie de ces réseaux dynamiques.

► Mobiliser les connaissances pour développer l'action effective et concrète sur les territoires

1/ Utiliser les connaissances liées au changement climatique pour la mise en perspective de l'ensemble des projets menés par les collectivités et les professionnels.

2/ Mobiliser ces connaissances et les décliner dans les leviers d'action locaux des collectivités (plans climat...).

3/ Savoir remettre en cause les projets en raison de leur vulnérabilité liée au changement climatique ou de leurs impacts sur l'émission de gaz à effet de serre.

4/ Former les professionnels de l'aménagement et des constructions à la nécessaire adaptation des localisations géographiques, des infrastructures, des bâtiments et des matériaux aux enjeux climatiques, écologiques et sanitaires.

5/ Former et accompagner les personnels de santé, les professionnels et les citoyens à la prévention et à la gestion des alertes sanitaires.

Indicateur

- Évaluation de la prise en compte du changement climatique dans les études d'impact

(Source : DREAL)

L'atténuation du changement climatique, un enjeu pour la santé, l'environnement et la préservation des activités humaines

► Diminuer fortement les émissions de gaz à effet de serre

- 1/ Inciter massivement à la sobriété énergétique par des changements de comportements et de modes de consommation.
- 2/ Réduire dans tous les domaines la consommation de ressources naturelles et l'empreinte écologique.
- 3/ Diminuer fortement les déplacements émetteurs de gaz à effet de serre : développer les transports collectifs, solidaires et individuels peu émetteurs de GES et sobres en énergie.
- 4/ Développer de manière importante les énergies renouvelables les plus performantes et les moins polluantes pour l'environnement.
- 5/ Favoriser et soutenir les échanges et modes de consommation utilisant les circuits de proximité.
- 6/ Promouvoir des pratiques agricoles moins émettrices de GES : gestion des cultures et des sols, de l'énergie et des élevages...
- 7/ Inciter au développement des procédés industriels peu émetteurs de GES : gestion des process, des déplacements, de l'énergie...

► Favoriser le stockage de carbone

- 1/ Encourager le développement des pratiques favorables au stockage de carbone dans la gestion des milieux : maintien et restauration des prairies et des haies, des zones humides, limitation de l'imperméabilisation des sols...
- 2/ Soutenir le stockage de carbone dans les pratiques professionnelles : agriculture, sylviculture, éco-construction...

L'adaptation au changement climatique, un enjeu pour la santé, l'environnement et la préservation des activités humaines

► Diminuer la vulnérabilité humaine aux impacts du changement climatique

- 1/ Mobiliser des moyens financiers pour limiter les coûts ultérieurs beaucoup plus importants de l'inaction.
- 2/ Responsabiliser les différents acteurs vis-à-vis des dommages liés à l'inaction dont le coût est supporté par la collectivité.
- 3/ Stopper le développement des zones de constructions ou d'activités en zones vulnérables aux risques d'inondation et de submersion marine.
- 4/ Privilégier systématiquement la sobriété à chaque étape des projets en incluant leur fin de vie.
- 5/ Réduire la vulnérabilité des activités humaines et des infrastructures exposées à l'évolution du trait de côte, à la submersion marine, aux inondations et à l'instabilité des sols, notamment par la mise en œuvre de délocalisations.
- 6/ Réaliser des aménagements urbains et des constructions favorables à une bonne régulation thermique : végétalisation des espaces urbains, isolation des constructions...
- 7/ Anticiper et gérer le développement de nouveaux risques sanitaires et environnementaux.

Indicateurs

- Respect des engagements locaux, nationaux et internationaux
- Évolution des émissions de gaz à effet de serre dans la région
(Source : ORECAN)
- Pourcentage de déplacements en mode actif : vélo et marche à pied
(Source : Onde)

Indicateur

- Estimation de l'évolution de la surface des prairies, des zones humides et de la forêt
- Estimation de l'évolution des linéaires de haies et de la qualité de leur maillage
(Sources : DRAAF et DREAL)

► Améliorer la gestion de nos ressources environnementales

- 1/ Développer une gestion économe de l'espace pour permettre aux milieux de réaliser leurs fonctionnalités : captage de carbone par les sols, régulation de l'eau, qualité des paysages...
- 2/ Favoriser le développement d'espèces locales diversifiées, résilientes et résistantes au changement climatique dans les pratiques culturelles et les aménagements.
- 3/ Préserver les écosystèmes aquatiques (rivières, littoraux, nappes d'eau souterraine, zones humides...).
- 4/ Stopper la régression des zones humides : donner la priorité à l'évitement et, en cas d'impossibilité, prévoir des mesures de compensation supérieures en cas d'atteinte à ces espaces d'épuration des milieux et de préservation de la biodiversité.
- 5/ Mieux gérer la ressource en eau :
 - inciter à la sobriété des consommations ;
 - anticiper les conflits d'usage ;
 - encourager les pratiques innovantes d'amélioration de la gestion de la ressource en eau ;
 - développer les projets de territoire de gestion de l'eau adaptés aux besoins et aux contextes locaux ;
 - assurer l'adéquation des besoins aux dispositifs de traitement (potabilisation et assainissement).
- 6/ Développer les relais d'approvisionnement locaux au sein des collectivités et des organismes publics et privés (circuits courts).
- 7/ Mieux gérer l'accueil des populations : conditionner les choix d'affectation des expansions urbaines aux capacités d'accueil des territoires.

Indicateur

- Quantité d'eau consommée par habitant

(Source : Agences de l'eau)

► Accompagner l'évolution des activités économiques et des pratiques professionnelles et collectives

- 1/ Conditionner les aides publiques au respect de critères environnementaux afin de concentrer les investissements publics sur des projets durables : sobriété écologique (usage des sols, de l'eau...) et énergétique, sobriété dans l'usage du foncier, limitation des pollutions...
- 2/ Accompagner les professionnels par la mobilisation de la connaissance et de moyens adaptés aux projets d'évolution des filières et des territoires.
- 3/ Adapter les filières économiques aux évolutions de la biodiversité : pêche, conchyliculture, agriculture, sylviculture...
- 4/ Développer des relais d'information, de conseil et d'échanges pour les acteurs économiques.
- 5/ Encadrer le développement des flux touristiques sur les espaces vulnérables : littoraux, zones humides, secteurs naturels...
- 6/ Limiter les inégalités sociales et territoriales face aux risques.
- 7/ Valoriser les potentialités nouvelles du territoire.

Acteurs régionaux

► Ademe : Agence de la transition écologique

Établissement public

www.ademe.fr

- Aide financière et technique sur les démarches de réduction de GES et d'amélioration de la qualité de l'air tels que les plans climats énergie territoriaux, les plans déplacements entreprises et les bilans carbone®
- Aide méthodologique et technique aux porteurs de projets
- Conseil et sensibilisation aux problématiques liées au climat et à l'énergie...



► Agences de l'Eau

Établissement public

www.eau-seine-normandie.fr

agence.eau-loire-bretagne.fr

- Conseil technique
- Prélèvement de redevances sur les usages de l'eau
- Aides financières à la lutte contre les pollutions, à une meilleure gestion de la ressource en eau et à la restauration des milieux aquatiques
- Production et gestion de données publiques.



Établissement public du ministère chargé du développement durable



► ANBDD : Agence normande de la biodiversité et du développement durable

Association loi 1901

www.anbdd.fr

- Diffusion des bonnes pratiques environnementales sur les thématiques de la biodiversité, de la transition énergétique, de la mobilité durable et du développement durable auprès de tous les publics
- Conseil et accompagnement des collectivités locales, des professionnels et acteurs associatifs dans leurs politiques environnementales (formations, visites de terrain, ateliers techniques...)
- information et sensibilisation des réseaux d'acteurs.



► Agence régionale de santé

Établissement public

www.normandie.ars.sante.fr

- Pilotage et mise en œuvre de la politique régionale de santé
- Régulation de l'offre sanitaire et médico-sociale en réponse aux besoins de la population et dans le cadre de la politique nationale de santé
- Prévention des risques et promotion de la santé (environnement, maladies, risques liés aux comportements...)
- Missions de veille et de sécurité sanitaires (population, produits de santé, établissements collectifs, qualité de l'eau..).
- Copilotage, avec la Région et le préfet, du plan régional santé-environnement.



► Associations de connaissance et de protection de la nature

- Association faune et flore de l'Orne : www.affo-nature.org
- Centres permanents d'initiatives pour l'environnement (reptiles et amphibiens ; mousses et lichens) : cpievdo.fr
- Comité régional d'étude, de protection et d'aménagement de la nature en Normandie (CREPAN) : crepan.free.fr
- Groupe d'étude des invertébrés armoricains (GRETIA) : www.gretia.org
- Groupe ornithologique normand : www.gonm.org
- Groupe mammalogique normand : www.gmn.asso.fr
- Manche nature : manche.nature.free.fr

et de très nombreuses autres associations locales et collectifs informels :

- le Collectif d'études régional pour la cartographie et l'inventaire des Odonates de Normandie (CERCION) pour les libellules
- le groupe d'études et de recherche sur les Mollusques – Atlas et inventaire normands (GERMAIN) pour les Gastéropodes
- et CO-Normandie pour l'inventaire des Orthoptères.

► Atmo Normandie : Association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Normandie

Association loi 1901

www.atmonormandie.fr

- Expertise de la qualité de l'air du territoire
- Suivi et prévision de la qualité de l'air
- Information du grand public et des acteurs
- Publication des résultats de suivi de la qualité de l'air
- Diffusion au quotidien des résultats des mesures et des prévisions à travers tous les médias disponibles.

► Centre régional de la propriété forestière

Établissement public

<https://normandie.cnpf.fr>

- Conseil et formation des propriétaires fonciers ;
- Élaboration du schéma régional qui encadre les plans de gestion des forêts et agrément de ces plans
- Aide au regroupement des coupes et lutte contre le morcellement des forêts
- Développement des échanges entre les acteurs du territoire et les réseaux scientifiques.

► Chambres d'agriculture régionales et départementales

Établissements publics

<https://normandie.chambres-agriculture.fr>

- Observation, veille et prospective
- Avis et conseil sur les décisions et orientations concernant l'agriculture et le monde rural
- Formation, conseil et accompagnement auprès des agriculteurs, des acteurs régionaux et des filières professionnelles
- Développement de la recherche, de l'innovation et de la promotion des produits
- Coordination de l'activité des chambres départementales d'agriculture par l'animation de réseaux et en proposant des solutions innovantes et anticipatrices.



► Chambres du commerce et de l'industrie

Établissements publics

www.normandie.cci.fr

- Représentation des intérêts de l'industrie, du commerce et des services auprès des pouvoirs publics et des autorités étrangères
- Contribution au développement économique des territoires, des entreprises et de leurs associations par des missions d'intérêt général et des missions d'intérêt collectif
- Contribution à l'attractivité et à l'aménagement des territoires ainsi qu'au soutien des entreprises et de leurs associations.

► Communes et regroupement de communes

Collectivités territoriales

- Aménagement du territoire
- Réalisation des documents d'urbanisme (SCoT, PLU...) et des plans climat air énergie territoriaux.

► Conseils d'architecture d'urbanisme et d'environnement normands

Associations

- Conseil, formation et sensibilisation des particuliers, professionnels, élus, collectivités, enseignants, scolaires et amateurs
- Contribution à l'élaboration et à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'architecture, de l'urbanisme, de l'environnement et du paysage
- Promotion de la qualité architecturale, urbaine, paysagère et environnementale.
 - CAUE du Calvados - www.caue14.fr
 - CAUE de l'Eure - <https://caue27.fr>
 - CAUE de la Manche - www.caue50.fr
 - CAUE de l'Orne - www.caue61.fr
 - CAUE de la Seine-Maritime - www.caue76.fr



► Conseils départementaux

Collectivités territoriales

www.calvados.fr

www.eure-en-ligne.fr

www.manche.fr

www.orne.fr

www.seinemaritime.fr

- Gestion, modernisation et entretien du réseau routier départemental
- Soutien au développement des énergies renouvelables
- Politique de soutien aux actions visant à réduire nos déchets à la source.



► Conseil régional de Normandie

Collectivité territoriale

www.cr-normandie.fr

- Pilotage et mise en œuvre du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
- Soutien des établissements publics et privés dans la réalisation d'actions de réduction des GES telles que les plans climats énergie territoriaux ou les bilans carbone®
- Organisation des transports ferroviaires régionaux et participation au développement de l'offre alternative de transport.



► Conservatoire du littoral

Établissement public

www.conservatoire-du-littoral.fr

- Développement d'une politique foncière visant à la protection des espaces naturels et des paysages sur les rivages maritimes et lacustres par acquisition de terrains fragiles ou menacés
- Remise en état et transmission de la gestion des terrains.



► DRAAF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

Service déconcentré de l'État

draaf.normandie.agriculture.gouv.fr

- Réalisation d'études et d'enquêtes relatives au suivi des sols (TERUTI-LUCAS...)
- Suivi et inspection des installations classées agricoles soumises à autorisation.



► DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

Service déconcentré de l'État

www.normandie.developpement-durable.gouv.fr

- Mise en œuvre de la politique du Gouvernement dans le domaine de l'environnement sous l'autorité du préfet de région
- Déclinaison régionale des mesures de transition énergétique
- Suivi des installations classées soumises à des normes de rejets de polluants atmosphériques dans l'environnement
- Diffusion des informations et mise en œuvre de la réglementation concernant le bruit et pilotage d'actions régionales dans ce domaine
- Accompagnement du développement des énergies renouvelables, de la maîtrise des consommations d'énergie et de la performance énergétique
- Co-pilotage du plan régional santé environnement
- Service technique de l'autorité environnementale : évaluation des rapports environnementaux des plans et programmes et des études d'impact des projets
- Pilotage du plan de protection de l'atmosphère.



► GIEC Normand

- Traduire les prévisions du GIEC international pour la Normandie
- Faire la synthèse des travaux scientifiques normands sur ce sujet.

► Météo-France

Établissement public à caractère administratif

Depuis 1993, Météo-France est placé sous la tutelle du ministère de la Transition écologique

france.meteofrance.com

- Élaboration et diffusion de prévisions
- Suivi en temps réel et différé de la climatologie (radar météorologique, stations automatisées, postes climatologiques)
- Informations sur le climat et le changement climatique.



► Normandie Grands Migrateurs

Association

normandiegrandsmigrateurs.fr

- Contribution à la restauration et à la sauvegarde des populations de poissons migrateurs amphihalins
- Contribution à la restauration des milieux aquatiques et à la mise en continuité écologique et sédimentaire des rivières.



► Observatoire régional énergie climat air de Normandie

www.orecan.fr

- Production et synthèse de connaissances
- Diffusion des connaissances
- Accompagnement du suivi des politiques publiques
- Animation du réseau d'acteurs.



► Observatoire régional de la santé

www.or2s.fr

- Production et synthèse de connaissances.



► Office français de la biodiversité Antenne de Normandie

Établissement public

<https://ofb.gouv.fr/normandie>

- Appui à la mise en œuvre des politiques de l'eau et de la biodiversité
- Gestion, restauration et appui à la gestion d'espaces naturels
- Police de l'environnement et police sanitaire
- Formation et mobilisation des citoyens et des parties prenantes
- Développement de la connaissance, de la recherche et de l'expertise sur les espèces et les milieux ainsi que sur la gestion adaptative.



► Parcs naturels régionaux (PNR)

Syndicats mixtes

- Protection du patrimoine naturel et culturel, notamment par une gestion adaptée des milieux naturels et des paysages
- Contribution à l'aménagement du territoire
- Contribution au développement économique, social, culturel et à la qualité de la vie
- Réalisation de l'accueil, de l'information et de l'éducation du public
- Réalisation des actions expérimentales ou exemplaires et contribution à des programmes de recherche.
 - Parc naturel régional des boucles de la Seine normande
www.pnr-seine-normande.com
 - Parc naturel régional Normandie-Maine
www.parc-naturel-normandie-maine.fr
 - Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin
<https://parc-cotentin-bessin.fr>
 - Parc naturel régional du Perche
www.parc-naturel-perche.fr



► Préfecture de région

Service déconcentré de l'État

www.normandie.gouv.fr

- Mise en œuvre de la politique du Gouvernement dans le domaine de l'environnement.



► Préfectures de département

Services déconcentrés de l'État

www.calvados.gouv.fr

www.eure.gouv.fr

www.manche.gouv.fr



www.orne.gouv.fr

www.seine-maritime.gouv.fr

- Mise en œuvre départementale de la politique du Gouvernement dans le domaine de l'environnement.

► Réseau d'observation du littoral de Normandie et des Hauts-de-France

www.rolnp.fr/rolnp/

- Identifier, consolider et valoriser l'ensemble de la connaissance
- Assurer le lien entre les démarches sectorielles d'observation du littoral aux échelles locales comme régionales, dans un but d'harmonisation et de valorisation, notamment en terme d'argumentaire partagé et d'outil d'aide à la décision
- Constituer le siège d'une expertise partagée dans ses dimensions scientifiques, techniques et sociétales permettant d'éclairer la prise de décision des élus et des acteurs du littoral.



► Université de Normandie

Établissement public

www.normandie-univ.fr

- Recherche et enseignement supérieur en géographie physique
- Élaboration de cartes synthétiques et didactiques.



► Territoires à énergie positive pour la croissance verte (TEPCV)

Un territoire à énergie positive définit un programme d'actions en faveur de la mutation énergétique et économique.



► Union régionale des CAUE normands

Association

www.fncaue.com/caue-et-urcaue-de-normandie

- Mise en place d'actions communes et échanges de pratiques entre CAUE
- Valorisation et renforcement du travail de chaque CAUE sur le territoire.



Webographie et bibliographie

Sites web

La liste des sites et ouvrages présentée est fournie à titre indicatif, elle ne vise pas l'exhaustivité.

Agence de la transition écologique
(Ademe)
normandie.ademe.fr



Agence de l'eau Loire-Bretagne
www.normandie.fr



Agence de l'eau Seine-Normandie
www.eau-seine-normandie.fr



Agence régionale de santé Normandie
www.normandie.ars.sante.fr



Communauté normande
des objectifs de développement durable
(CNODD)
www.cnodd.fr



Conseil départemental du Calvados
www.calvados.fr



Conseil départemental de l'Eure
www.eureennormandie.fr



Conseil départemental de la Manche
www.manche.fr



Conseil départemental de l'Orne
www.orne.fr



Conseil départemental
de la Seine-Maritime
www.seinemaritime.fr



Conseil régional de Normandie
www.normandie.fr



Direction régionale de l'alimentation,
de l'agriculture
et de la forêt de Normandie
draaf.normandie.agriculture.gouv.fr



Géolittoral
www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr




Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)
www.ipcc.ch/francais/



Ministère de la Transition écologique (MTE)
www.ecologie.gouv.fr



Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC)
www.onerc.org



Observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique (ORACLE)
normandie.chambres-agriculture.fr/climat/



Observatoire régional énergie climat air de Normandie (ORECAN)
www.orecan.fr



Politique publique sur le climat
www.ecologie.gouv.fr/politiques/climat



La préfecture et les services de l'État en Normandie
www.prefectures-regions.gouv.fr/normandie



La préfecture et les services de l'État dans le Calvados
www.calvados.gouv.fr



La préfecture et les services de l'État dans l'Eure
www.eure.gouv.fr



La préfecture et les services de l'État dans la Manche
www.manche.gouv.fr



La préfecture et les services de l'État dans l'Orne
www.orne.gouv.fr











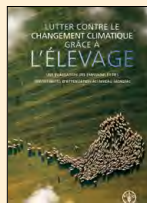


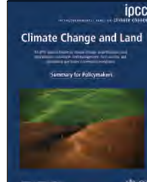




La préfecture et les services de l'État en Seine-Maritime
www.seine-maritime.gouv.fr



Réseau d'observation du littoral de Normandie et des Hauts-de-France
www.rolnp.fr



Ouvrages

	<p>Ademe. <i>Actions d'adaptation au changement climatique</i>. 132 pages. Juin 2017.</p>		<p>Agence de l'eau Seine-Normandie. <i>S'adapter au changement climatique sur le Bassin Seine-Normandie</i>. Août 2018.</p>		<p>Cerema, Ouvrage collectif. <i>Dynamiques et évolution du littoral - Fascicule 3 : du cap d'Antifer au cap de la Hague</i>. 609 pages. Octobre 2019.</p>
	<p>Commissariat général au développement durable. <i>Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques de France. La séquestration de carbone par les écosystèmes de France</i>. 102 pages. Mars 2019.</p>		<p>Conseil régional de Normandie. <i>Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires de la région Normandie</i>. 2019.</p>		<p>Corbière Louis. <i>Nouvelle flore de Normandie</i>. Lanier. 716 pages. 1893.</p>
	<p>DREAL. <i>Panorama de l'électricité renouvelable en Normandie. Bilan 2018</i>. 24 pages. 2019.</p>		<p>Escalon Sébastien. <i>L'inexorable avancée de la chenille processionnaire</i>. Dossiers INRA. 2013.</p>		<p>FAO. <i>Lutter contre le changement climatique grâce à l'élevage. Une évaluation des émissions et des opportunités d'atténuation au niveau mondial</i>. 125 pages. 2014.</p>
	<p>Foucher Quentin. <i>Estimation de l'évolution du niveau moyen de la mer à partir des mesures marégraphiques</i>. Rapport de stage SHOM. 22 pages. 2013.</p>		<p>GIEC. <i>Changements climatiques. Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs</i>. 32 pages. 2014.</p>		<p>GIEC. <i>Climate change and land. Summary for policymakers</i>. 43 pages. 2019.</p>
	<p>GIEC. <i>Rapport de synthèse. Résumé à l'intention des décideurs</i>. 33 pages. 2014.</p>		<p>GIEC. <i>Réchauffement planétaire de 1,5 °C. Rapport spécial à l'intention des décideurs</i>. 32 pages. 2019.</p>		<p>GIEC. <i>The Ocean and Cryosphere in a changing climate. Summary for policymakers</i>. 36 pages. 2019.</p>
	<p>GONm. <i>Sur le front du réchauffement climatique</i>. Actualités du Groupe Ornithologique de Normandie. 2009.</p>		<p>INRA et IGN. <i>Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois française dans l'atténuation du changement climatique ? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050</i>. 102 pages. Novembre 2017.</p>		<p>Institut régional du développement durable. <i>Dossier thématique. Complément aux cycles d'orientation réalisés dans le cadre de l'appel à projets lancé par la Région Normandie</i>. Les cahiers de l'IRD2 n° 2. 64 pages. Janvier 2016.</p>

	<p>Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. <i>Développer la connaissance et l'observation du trait de côte. Contribution nationale pour une gestion intégrée.</i> 24 pages. 2016.</p>		<p>Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. <i>Développer la connaissance et l'observation du trait de côte. Contribution nationale pour une gestion intégrée.</i> 24 pages. 2016.</p>		<p>Ministère de la Transition écologique et solidaire, Commissariat général au développement durable. <i>Chiffres clés des énergies renouvelables.</i> 84 pages. Mai 2018.</p>
	<p>Ministère de la Transition écologique et solidaire. <i>Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. Programme d'actions 2017-2019.</i> 28 pages. 2017.</p>		<p>Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique. <i>Adaptation au changement climatique et gestion forestière, L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change.</i> La Documentation française. Paris. 183 pages. 2014.</p>		<p>Office national de la chasse et de la faune sauvage. <i>La faune sauvage à l'heure du changement climatique.</i> 6 pages. Octobre 2015.</p>
	<p>ONERC. <i>Le littoral dans le contexte du changement climatique, Rapport au Premier ministre et au Parlement.</i> La documentation française. 179 pages. 2015.</p>		<p>Pouvreau Nicolas. <i>Trois cents ans de mesures marégraphiques en France : outils, méthodes et tendances des composantes du niveau de la mer au port de Brest.</i> Thèse de doctorat de l'université de la Rochelle, soutenue le 26 septembre 2008. 466 pages.</p>		<p>Prelli Rémy. <i>Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale.</i> Ed. Belin Paris. 431 pages. 2001.</p>
	<p>Réseau action climat-France. <i>Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques - recueil d'expériences territoriales.</i> 60 pages. 2014.</p>		<p>Réseau de transport d'électricité. <i>Bilan électrique et perspectives 2015, Normandie.</i> 44 pages. 2015.</p>		<p>The Shift Project. <i>Déployer la sobriété numérique.</i> 68 pages. Octobre 2018.</p>
	<p>Union internationale pour la conservation de la nature France (UICN). <i>Les solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques et réduire les risques naturels en France.</i> Paris. 48 pages. 2018.</p>				

Travaux de recherche

<p>François Beauvais, Olivier Cantat, Patrick Le Gouée, Sophie Brunel-Muguet, Philippe Madeline et Mohand Medjkane. <i>Quelles conséquences du changement climatique sur le blé tendre en Normandie aux horizons 2050 et 2100 ? Étude d'impact prospective à partir du modèle ALADIN-Climat.</i> 2020. Journal de l'association internationale de climatologie http://lodel.irevues.inist.fr/climatologie/index.php?id=1414.</p>	<p>Pauline Letortu, Stéphane Costa et Olivier Cantat. <i>Les submersions marines en manche orientale : approche inductive et naturaliste pour la caractérisation des facteurs responsables des inondations par la mer.</i> 2015. Journal de l'association internationale de climatologie http://lodel.irevues.inist.fr/climatologie/index.php?id=165.</p>	<p>Olivier Cantat, Patrick Le Gouée, Abdelkrim Bensaïd, Edwige Savouret. <i>Réflexions à propos des stratégies d'adaptation des systèmes agricoles au Changement climatique en Normandie : constat et perspectives à l'horizon 2010.</i> Environnement, Risques & Santé, John Libbey Eurotext. pp.12-19. 2010. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00532871</p>
---	---	--

