

Air et climat

Qualité de l'air

Installations classées pour la protection de l'environnement

Gaz à effet de serre

Le climat breton et son évolution

Actions menées en Bretagne

En savoir plus



Plusieurs études ont été publiées depuis 2012 sur l'évolution du climat et ses impacts en Bretagne. Elles estiment que l'ampleur du réchauffement dans la région pour le prochain siècle pourrait être du même ordre que celui qui a eu lieu entre - 15 000 et - 5 000 ans, à la fin de la dernière glaciation.

Le schéma régional climat, air, énergie de Bretagne mais aussi les plans climat - énergie territoriaux proposent des actions pour lutter contre le changement climatique et s'y adapter. En 10 ans, les émissions de CO₂ liées à l'énergie ont baissé de 9 % dans la région.

Depuis 2010, les rejets dans l'air des installations classées pour l'environnement sont à la baisse pour les oxydes d'azote, les poussières et le dioxyde de soufre. La situation pour les COV est plus variable selon les années. En 2013, la qualité de l'air en Bretagne a été globalement bonne bien que des dépassements plus ou moins réguliers des seuils réglementaires aient eu lieu pour l'oxyde d'azote et les particules fines.

9 villes bretonnes suivent la **qualité de l'air**

6 villes sont dotées d'un **capteur à pollens**

5 % des émissions nationales de **gaz à effet de serre** sont bretonnes

25 établissements bretons ont un quota d'émission de CO₂

Qualité de l'air

Air Breizh est chargée de la surveillance de la qualité de l'air en Bretagne : 9 villes sont suivies en continu via 17 stations de mesure et 41 analyseurs automatiques fixes. Ces derniers mesurent les concentrations dans l'air ambiant d'oxydes d'azote (NO_x), d'ozone (O₃), de dioxyde de soufre (SO₂), en particules fines (PM 10 et PM 2,5), de monoxyde de carbone (CO) et de composés organiques volatils (benzène - C₆H₆ ; toluène, éthyl-benzène et xylènes – BTEX).

De plus, Air Breizh réalise chaque année plusieurs campagnes de mesures à l'aide de moyens d'investigations mobiles. Ils permettent de faire des mesures de nouveaux polluants (phytosanitaires, ammoniac, H₂S, etc.), d'approfondir des connaissances dans les zones non couvertes ou encore d'étudier l'impact de certaines activités humaines sur la qualité de l'air.

Chaque année en février, Capt'air Bretagne reprend ses analyses de pollens dans l'air. Six villes de la région sont équipées d'un capteur prélevant les pollens d'une vingtaine d'arbres et d'herbacées comptés au microscope par la suite par un analyste.

Des pollinariums ont vu le jour à Rennes, Vannes et Quimper. Il s'agit de jardins d'observation regroupant la plupart des plantes les plus allergisantes rencontrées localement. Grâce à eux, les débuts de pollinisation sont repérés 2 à 3 semaines plus tôt que les pics polliniques mesurés par les capteurs ; les patients peuvent ainsi mieux cibler leur traitement.

LOCALISATION DES STATIONS D'ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'AIR ET DES POLLENS FIN 2013



LE BILAN EN 2013

Bien que la majorité des seuils réglementaires ait été respectée en Bretagne, l'oxyde d'azote (NO) et les particules fines (PM10) ont connus des dépassements plus ou moins réguliers. NO a pu atteindre des concentrations problématiques à proximité d'axes de circulation importants. En 2013, les mois de février et mars ont connu plusieurs épisodes de pollution aux PM10, sur l'ensemble de la Bretagne. Cela a entraîné des dépassements du seuil de recommandation et d'information du public à de nombreuses reprises sur Rennes ainsi que sur les départements du Finistère, du Morbihan et des Côtes-d'Armor.

La saison pollinique en 2013 a été tardive ; elle a débuté en avril et pour se terminer fin juillet. La production de pollens a été faible, sauf pour les graminées qui ont bénéficié d'un été clément. Les conditions météorologiques avec un hiver et un printemps très pluvieux en sont certainement la cause. Et le redoux de l'été a permis aux graminées d'avoir une saison pollinique longue.

CONCENTRATIONS EN POLLUANTS (G/M³) MESURÉS EN 2013 (MOYENNE ANNUELLE ET MAXIMUM)

VILLE	STATION	TYPE DE STATION	NO ₂	O ₃	SO ₂	PM 10	PM 2,5	CO
Brest	Pen ar Streat	urbaine	12 (134)	61 (148)				
	Macé	urbaine	17 (100)	60 (151)		21 (63) ●	11 (43)	
	Desmoulins	trafic	39 (210) ●			20 (58) ●		
Fougères	DSTE	urbaine	11 (75)	51 (156)				
Guipry	Services techniques	rurale				15 (56) ●	10 (51)	
Lorient	Bissonnet	urbaine	12 (124)	58 (157)		20 (67) ●	12 (54)	
	CTM	urbaine	14 (199)	58 (151)	0 (11)			
Quimper	Pommiers	trafic				22 (73) ●		
Rennes	Laënnec	trafic	30 (165)			20 (78) ●	10 (56)	
	Halles	trafic	42 (245) ●					291 (1 346)
	Saint Yves	urbaine	21 (139)	48 (156)				
	Pays-Bas	urbaine		47 (109)			12 (61)	
	Triangle	urbaine			2 (35)	18 (64) ●		
Saint-Brieuc	Balzac	urbaine	12 (91)	58 (153)		19 (70) ●		
Saint-Malo	Courtoisville	urbaine	10 (93)	59 (148)				
Vannes	Roscanvec	urbaine	13 (121)	54 (162)				
	UTA	urbaine	14 (121)	57 (163)				

● au-dessus du seuil d'information
 1. Pas de seuil d'information

LE RISQUE ALLERGIQUE EN 2013

POLLENS	PÉRIODE À RISQUE ALLERGIQUE
Auline	février - avril
Bouleau	avril - mai
Charme	avril
Châtaignier	juillet - août
Chêne	mai - juin
Cyprès	février - avril
Frêne	avril
Noisetier	février - mars
Peuplier	avril
Platane	avril - mai
Saule	avril
Graminées	avril - septembre
Oseille	mai - juin
Urticacées	juin - septembre

Nul
 Très faible
 Faible
 Moyen
 Fort
 Très fort

Installations classées pour la protection de l'environnement

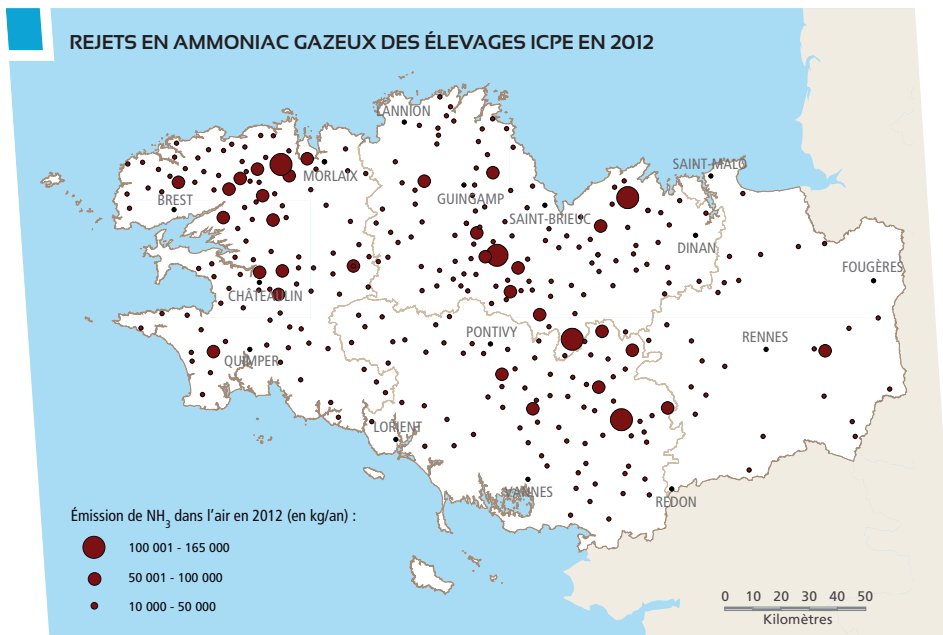
En France, les installations qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients pour le voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publique, la protection de la nature, etc. sont soumises à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). La Bretagne compte environ 8600 ICPE soumises à autorisation ou enregistrement, dont 6800 élevages (soit environ 40 % des élevages français ICPE soumis à autorisation ou enregistrement).

Les ICPE doivent déclarer chaque année leurs rejets, en fonction de seuils prédéfinis, dans la base de données Gerep (84 polluants sont concernés pour l'air). Les principaux polluants recensés pour la Bretagne sont l'ammoniac gazeux (NH_3), le dioxyde de soufre (SO_2), les poussières, les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV). Chacun de ces gaz peut avoir des effets sur la santé et l'environnement.

NH_3 est très irritant pour le système respiratoire, la peau et les yeux. Il participe au phénomène de pluie acide et, à de fortes teneurs, peut déséquilibrer les eaux douces et côtières (eutrophisation, marées vertes – 66, prolifération de phytoplancton – 63).

SO_2 est lui aussi un gaz irritant, notamment pour l'appareil respiratoire. Les fortes pointes de pollution peuvent déclencher une gêne respiratoire chez les personnes sensibles. Dans l'atmosphère, il se transforme principalement en acide sulfurique. Un gaz qui acidifie et appauvrit les milieux naturels lorsqu'il est associé à d'autres polluants.

REJETS EN AMMONIAC GAZEUX DES ÉLEVAGES ICPE EN 2012



NOMBRE D'ÉTABLISSEMENTS ICPE SOUMIS À AUTORISATION OU ENREGISTREMENT PAR CATÉGORIE EN 2012

CATÉGORIE	NOMBRE D'ÉTABLISSEMENTS
Élevage	6 800
Agroalimentaire	500
Chimie, parachimie, pétrole	100
Matériaux, minerais et métaux	400 (dont environ 220 carrières)
Bois, papier, imprimerie,	100
Traitement des déchets	600
Énergie	100 (dont environ 90 parcs éoliens)
Total	8 600

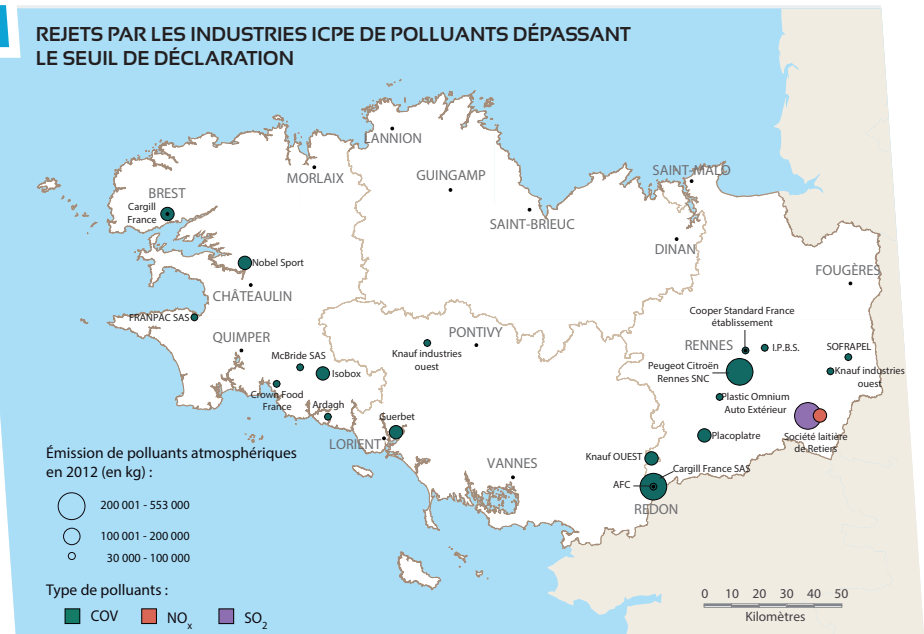
[Sources] 2012 : Gerep, Dreal Bretagne

Alors que le monoxyde d'azote (NO) empêche la bonne oxygénation des organes, le dioxyde d'azote (NO₂) fragilise les voies respiratoires des personnes les plus sensibles (enfants, asthmatiques). Ce gaz contribue également aux pluies acides et, en association avec d'autres polluants, à l'acidification des milieux naturels.

Enfin, les composés organiques volatiles ont de multiples effets sur la santé (irritations de la peau, des yeux et du système respiratoire, troubles cardiaques, digestifs, rénaux, nerveux). Certains COV, comme le benzène, sont cancérigènes, tératogènes ou mutagènes. Les COV réagissent avec les oxydes d'azotes, sous l'effet du rayonnement solaire, pour former de l'ozone pouvant provoquer des difficultés respiratoires, des irritations oculaires, etc. Les COV sont aussi des gaz à effet de serre **132**.

Tous les secteurs d'activité contribuent à la pollution atmosphérique à des degrés divers et pour des polluants différents. C'est le cas par exemple des transports pour les NO_x, des élevages pour NH₃, etc. Le secteur industriel breton ne comporte pas d'industries émettant d'importants rejets dans l'air au regard de la moyenne nationale. Depuis 2010, les rejets industriels bretons ont tendance à baisser pour les NO_x, poussières et SO₂. La situation pour les COV est plus variable selon les années.

REJETS PAR LES INDUSTRIES ICPE DE POLLUANTS DÉPASSANT LE SEUIL DE DÉCLARATION



ÉVOLUTION ENTRE 2008 ET 2012 DES REJETS DANS L'AIR EN NO_x, POUSSIÈRES, SO₂ ET COV (EN TONNES) PAR LES INDUSTRIES ICPE



Gaz à effet de serre

La Bretagne émet 25 millions de tonnes équivalent CO₂ par an¹, soit environ 5 % des émissions nationales de gaz à effet de serre.

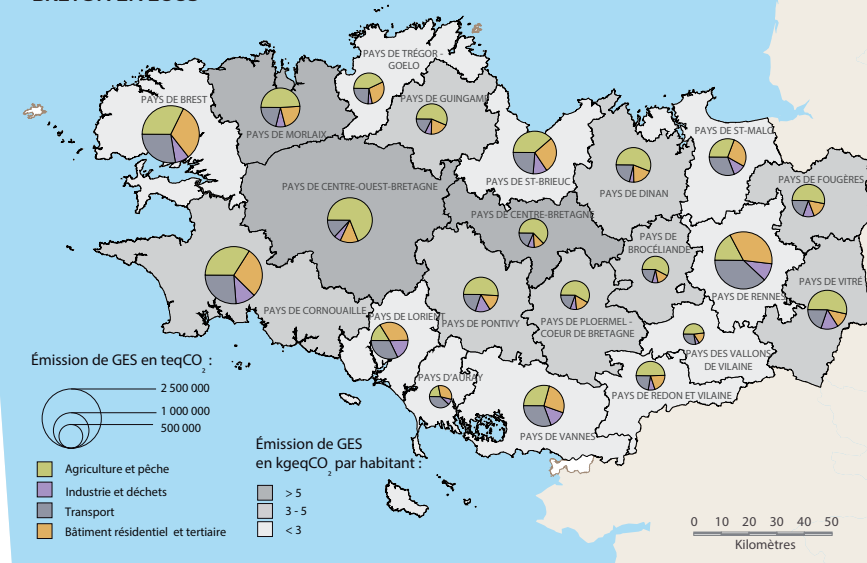
Les émissions de la région sont constituées surtout de dioxyde de carbone (60 % de CO₂), mais aussi de méthane (22 %), protoxyde d'azote (16 %) et des gaz fluorés (environ 1 %). Elles proviennent pour l'essentiel de trois secteurs.

L'agriculture (40 % des émissions) émet la quasi-totalité du méthane (fermentation entérique) et du protoxyde d'azote (azote des déjections et des engrais). Tous deux ont un fort pouvoir de réchauffement, respectivement 25 et 298 fois plus que le CO₂ pour la même quantité émise. La part de l'agriculture en Bretagne est deux fois plus importante de celle de la moyenne française. Les transports, grands consommateurs d'énergies fossiles comme le gazole et les supercarburants, fournissent 25 % des émissions. Enfin, le bâtiment, qui consomme aussi beaucoup d'énergie, émet 24 % des gaz à effet de serre. Ce bilan intègre aussi les flux générés par le transport interrégional de marchandises et de personnes, le traitement des déchets bretons dans les autres régions et les centrales électriques alimentant la Bretagne.

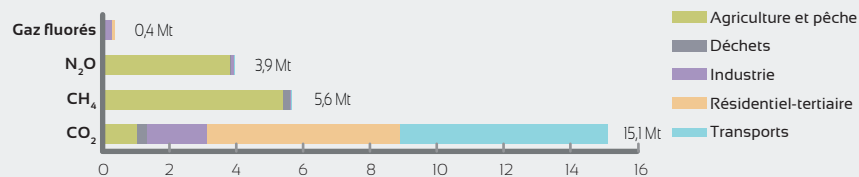
Cette répartition varie logiquement selon les territoires. Les zones rurales produisent plus de gaz liés à l'agriculture (69 % en pays de Centre Ouest Bretagne), tandis que dans les territoires plus urbanisés la contribution du bâtiment augmente (34 % en pays de Rennes).

1. En 2005, année de référence pour les politiques énergie-climat européennes.

RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR PAYS BRETON EN 2005



RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR SECTEUR ET PAR GAZ EN 2005



[Sources] 2005 : GIP BE / Base de données Ener'GES

LES ÉMISSIONS DE CO₂ LIÉES À L'ÉNERGIE

La consommation d'énergie explique la plus grande part des émissions de gaz à effet (58 % en 2005). En 2012, on estime que les émissions annuelles de CO₂ liées à l'énergie ont atteint 16 Mt. Et 87 % d'entre elles venaient du territoire breton. La part non régionale est issue de la production d'électricité, notamment par la centrale de Cordemais fonctionnant au charbon et au fioul en Loire-Atlantique.

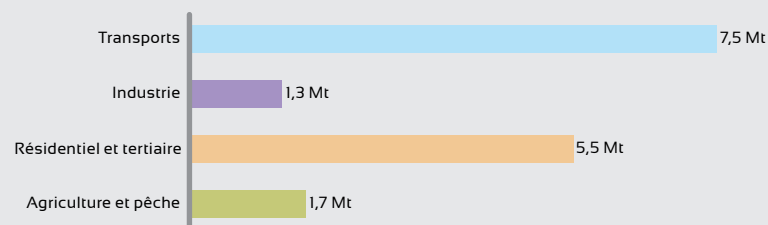
Les produits pétroliers sont la principale source de CO₂ (69 %), loin devant le gaz naturel (17 %) et l'électricité (12 %). Les transports et le secteur du bâtiment sont les plus gros émetteurs de CO₂ (respectivement 47 % et 34 %, soit 81 % des émissions à eux deux).

Depuis 10 ans, les émissions de CO₂ liées à l'énergie ont baissé de 7 %. L'incorporation d'agro-carburants a fait reculer la part des produits pétroliers. Et la progression des énergies renouvelables a permis d'éviter l'émission de 875 kt CO₂ en 2012 (soit environ 5,5 % des émissions de CO₂ liées à l'énergie). Le bois est d'ailleurs l'énergie renouvelable la plus efficace pour réduire les émissions de CO₂ liée à la consommation d'énergie finale. Car on considère les émissions du bois nulles dès lors que la forêt est reconstituée. 69 % des émissions évitées en 2012 sont à attribuer au bois, bien avant l'éolien (14 %).

ÉMISSIONS DE CO₂ ÉVITÉES PAR LA PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE EN KT DE CO₂ EN 2012

FILIÈRE RENOUVELABLE	PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ	PRODUCTION DE CHALEUR	TOTAL
Eolien	122		122
Rance	48		48
Hydro	5		5
Solaire photovoltaïque	13		13
Biogaz	3	36	39
Usine d'incinération d'ordures ménagères	5	41	46
Bois bûche		513	513
Bois chaufferies		89	89
Solaire thermique		2	2
Total	195	681	875

RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE CO₂ ÉNERGÉTIQUE PAR SECTEUR EN 2012



Le climat breton et son évolution

Le climat breton fait partie des climats océaniques tempérés de la façade atlantique de l'Europe. L'année 2013 se classe parmi les années normales. Et ceci malgré un temps anormalement gris et froid jusqu'au début de l'été, une saison estivale marquée de records de soleil, un automne remarquablement doux et des inondations exceptionnelles en début d'hiver.

Même si les moyennes des températures de l'année ont été normales, les jours de gel sont en recul par rapport aux normales, et les jours à plus de 25 °C sont plus nombreux.

Des intempéries calamiteuses ont marqué l'année. Il y a eu plusieurs épisodes neigeux dont le dernier en mars, exceptionnel par son abondance. De violents orages en juin et juillet ont causé de gros dégâts. Des tempêtes, surtout en fin d'année, et des pluies diluviennes avant Noël ont provoqué de fortes inondations en Bretagne.

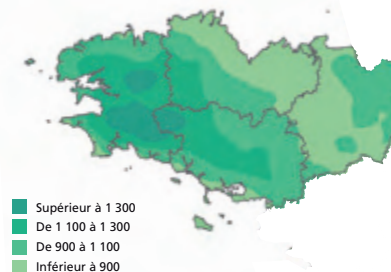
L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

Plusieurs études ont été publiées depuis 2012 sur l'évolution du climat et ses impacts en Bretagne. Si elles restent prudentes dans leurs conclusions, elles esquissent tout de même des tendances.

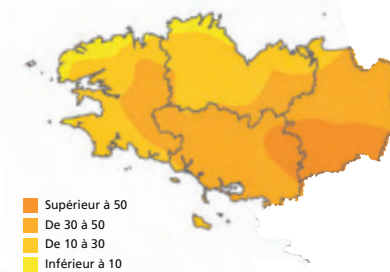
Le réchauffement de la planète se poursuit et devrait même s'accroître dans les prochaines décennies. À l'échelle de la Bretagne, toutes les simulations concordent pour indiquer que ce réchauffement déjà sensible se poursuivra. Les périodes de canicule en été devraient être plus fréquentes, au contraire des hivers très froids qui se feront plus rares.

BILAN CLIMATIQUE EN 2013

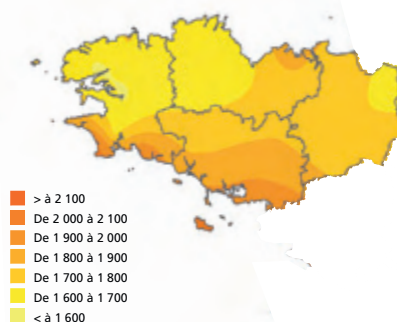
Pluviométrie annuelle en millimètres en 2013



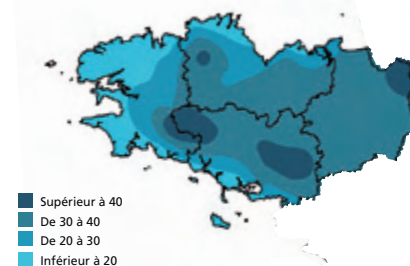
Nombre de jours de chaleur > à 25 °C en 2013



Insolation annuelle en heures en 2013



Nombre de jours de gel en 2013



Les températures en automne et au printemps devraient augmenter avec un impact sur la végétation. Le caractère péninsulaire de la région devrait lui permettre d'échapper aux plus fortes chaleurs estivales et lui assurer encore des étés plutôt frais.

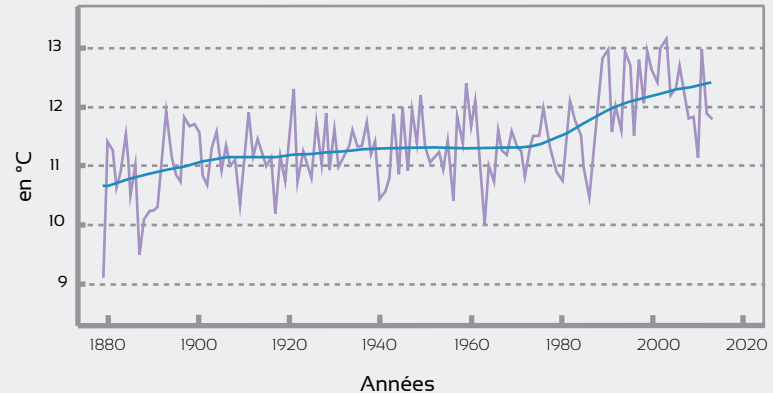
Le réchauffement attendu pourrait être du même ordre que celui que la Bretagne a connu entre - 15 000 et - 5 000 ans, à la fin de la dernière glaciation. Mais il se produirait beaucoup plus rapidement sur une période de l'ordre du siècle.

LES IMPACTS EN BRETAGNE

Du point de vue des ressources, les effets potentiels de ces évolutions se ressentiraient en Bretagne au niveau des réserves d'eau dans les sols et sur la ressource en eau de façon générale, en raison de l'accroissement des sécheresses. Sur le siècle à venir, l'agriculture et les peuplements forestiers pourraient connaître une progression d'espèces originaires du sud. Quant au littoral, il est difficile actuellement d'établir les preuves scientifiques liant la variabilité observée au niveau des milieux côtiers et marins bretons au changement climatique en cours. Néanmoins, le niveau de la mer a indéniablement monté depuis 200 ans à Brest et l'apparition d'espèces à affinités subtropicales dans les eaux marines devrait progresser.

Ces scénarios restent empreints de fortes incertitudes qui, pour être réduites, nécessitent selon les scientifiques, de poursuivre de longues séries d'observations et un travail important de recherche.

ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES MOYENNES ANNUELLES (EN °C) À RENNES SUR LA PÉRIODE 1887-2013



cf-contre : Terre desséchée © Olivier Brosseau/Medde-MLETR

Actions menées en Bretagne

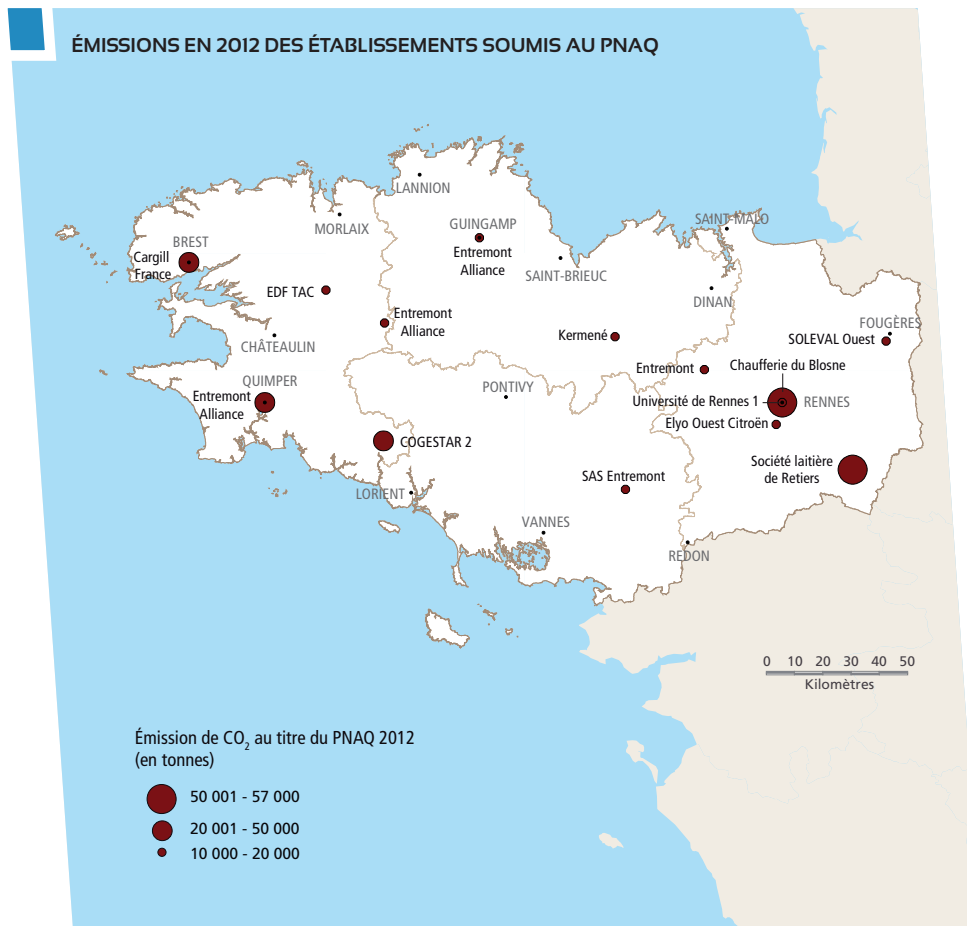
QUOTAS D'ÉMISSION DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le plan national d'affectation de quotas (PNAQ) a été mis en place par la France en 2005 pour répondre aux engagements pris par la Communauté européenne de baisser ses émissions de gaz à effet de serre. Le principe est le suivant : les industriels soumis au système doivent restituer un quota pour chaque tonne de CO₂ émise dans l'atmosphère. Ils se voient allouer au niveau national un nombre de quotas gratuits. S'ils en consomment plus, ils doivent les acheter. S'ils en consomment moins, ils peuvent les vendre.

La France a vu ses émissions de gaz à effet de serre diminuer de 12 % en 2012 par rapport au niveau de référence fixé par le protocole de Kyoto (l'objectif était d'atteindre 8 %). Une troisième phase du PNAQ a commencé en 2013, avec cette fois un objectif de réduction d'au moins 20 % des émissions de gaz à effet de serre (toujours par rapport à 1990) d'ici 2020. Plus d'installations industrielles sont désormais concernées et le nombre de quotas gratuits va diminuer chaque année.

En Bretagne en 2012, 25 établissements étaient concernés par le PNAQ. Depuis 2013, année de lancement du 3e volet du programme, ils sont 34.

ÉMISSIONS EN 2012 DES ÉTABLISSEMENTS SOUMIS AU PNAQ



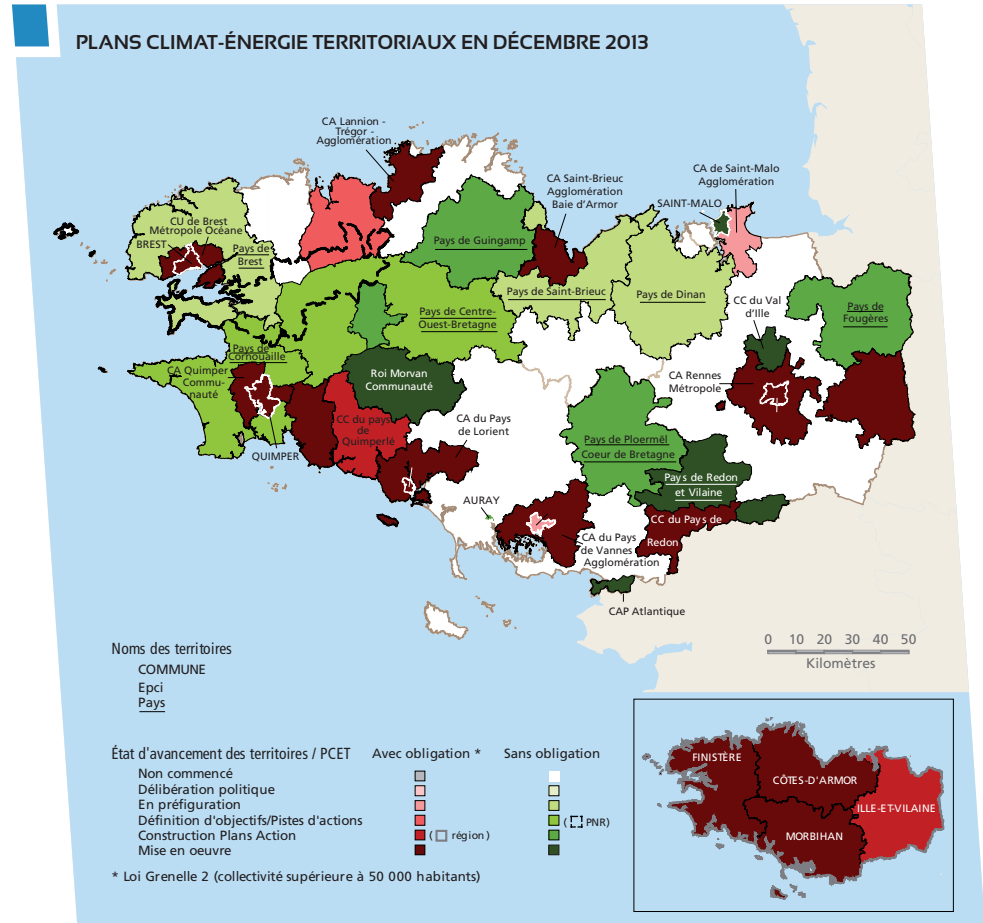
LES PLANS CLIMAT-ÉNERGIE TERRITORIAUX

Le plan climat-énergie territorial (PCET), tout comme l'Agenda 21 [128](#), est un projet de développement durable d'un territoire, mais dont la finalité est de lutter contre le changement climatique. D'une part, le territoire doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre [132](#). D'autre part, il doit s'adapter pour limiter sa vulnérabilité aux effets du changement climatique déjà en cours [135](#).

Le plan climat-énergie territorial est obligatoire pour les territoires de plus de 50 000 habitants. En Bretagne, cela concerne les 4 départements, 11 établissements publics de coopération intercommunale et 5 communes. Fin 2013, 39 territoires avaient lancé une démarche PCET, dont 16 se sont engagés volontairement. C'est le cas par exemple de 9 pays et du parc naturel régional d'Armorique [179](#). Parmi les territoires obligés de produire un PCET, la grande majorité sont actuellement mis en œuvre.

Un réseau des chargés de mission PCET de Bretagne est animé par l'État, l'Ademe et le conseil régional de Bretagne. Ce réseau, qui se réunit tous les deux mois environ, permet de créer une dynamique d'échanges autour de retours d'expérience et de développer des méthodologies de travail communes.


PLANS CLIMAT-ÉNERGIE TERRITORIAUX EN DÉCEMBRE 2013




Production et gestion des données


Terre de marins, la Bretagne est l'une des premières régions de France à avoir connu les prémices d'un réseau météorologique. Les plus anciennes données, identifiées à ce jour, datent de 1907 pour les Côtes-d'Armor (Paimpol, Lannion, Tréguier) et de 1918 pour l'Ille-et-Vilaine (Guignen).


Le réseau Météo France utilise des satellites, des radars, des bouées, des capteurs embarqués sur des avions et des navires. L'ensemble de ces outils enregistre des mesures journalières. À terre, 58 stations automatiques situées en Bretagne font des mesures en temps réel, transmises en continu. Il existe aussi 3 radars pluviométriques dans le Grand Ouest, dont 1 est à Plabennec, en Finistère. Un projet de nouveau radar en Morbihan est prévu pour 2014-2015 afin de suivre les pluies. Quelques séma-phores accueillent aussi des stations automatiques de Météo France. Enfin, 128 observateurs bénévoles effectuent des mesures de précipitation et, pour certains, de la température.

Ces mesures servent aux prévisions météorologiques de tous les jours. Elles sont utilisées également, lorsque cela s'avère nécessaire, pour déclencher les alertes à la vigilance sur les orages, les inondations, la neige et le verglas ou encore la canicule. Enfin, ces données aident à observer l'évolution du climat  135, et à améliorer les connaissances sur le climat terrestre.


Le plan Climat (2004), la loi Pope (2005) et le Grenelle (2009-2010) fixent à la France des objectifs de réduction de ses émissions de

gaz à effet de serre : - 20 % en 2020 et une division par 4 en 2050, par rapport à 1990  136. Le Citepa est le centre de référence national pour le suivi des émissions dans l'air. Il réalise chaque année des inventaires des émissions atmosphériques pour la France.

Dans le cadre du schéma régional climat, air, énergie (SRCAE), le GIP Bretagne environnement communique aux collectivités locales de plus de 50 000 habitants, des profils énergie - climat pour réaliser leur plan climat - énergie territorial  137.

En ce qui concerne la qualité de l'air, c'est Air Breizh qui est chargée de sa surveillance en Bretagne  128. Elle analyse en continu les concentrations dans l'air ambiant de six polluants. À savoir : le dioxyde d'azote, l'ozone, le dioxyde de soufre, les particules fines, le monoxyde de carbone ainsi que les composés organiques (benzène, toluène, éthyl-benzène et xylènes). En cas de pic de pollution, Air Breizh informe les services de l'État ainsi que les collectivités concernées afin de déclencher les procédures adéquates d'information du public.

Dans le cadre du SRCAE ainsi que du plan de protection de l'air de Rennes, Air Breizh produit également un inventaire cartographique régional des émissions de polluants.

Enfin, le registre français des émissions polluantes recense les déclarations des industriels, des stations d'épuration urbaines de plus de 100 000 équivalents habitants et des élevages. Ils doivent déclarer chaque année leurs rejets, en fonction de seuils prédéfinis, dans la base de données Gerep. Les seuils de déclaration concernent notamment 84 polluants dans l'air  130.

SÉLECTION
DOCU
MENTAIRE



Changement climatique dans l'Ouest : évaluation, impacts, perceptions. Presses universitaires de Rennes, 2013



Schéma régional Climat, Air, Énergie de la Bretagne. Préfecture de la Bretagne, CRB, Ademe, 2013 (sur www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr)

Ressources
web

- www.airbreizh.asso.fr
- www.captair-bretagne.com
- www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr
- www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr
- donneespubliques.meteofrance.fr
- www.observatoire-energie-ges-bretagne.fr

Rédacteurs
et collaborateurs

Rédaction : Vincent Briot et Emmanuèle Savelli (GIP BE)

En collaboration avec : Magali Corron (Air Breizh), Sophie Frain (Capt'air Bretagne), Gilles Oliver (RNSA), Jordi Thiebaut et Sylvie Vincent (Dreal Bretagne), Jean-Marc Le Gallic et Franck Baraer (Météo France), Josette Launay (CSEB).

Fonds de carte : © IGN BD Carto® 2012



Le changement climatique en Bretagne. Météo France, 2012 (sur www.bretagne.fr)



Quelles sont les connaissances actuelles sur le changement climatique de l'échelle globale aux échelles régionales? CSEB 2012 (sur www.cseb-bretagne.fr)



CLIMAT. L'urgence même en Bretagne. Sciences Ouest n° 298, 2012 (sur www.espace-sciences.org)