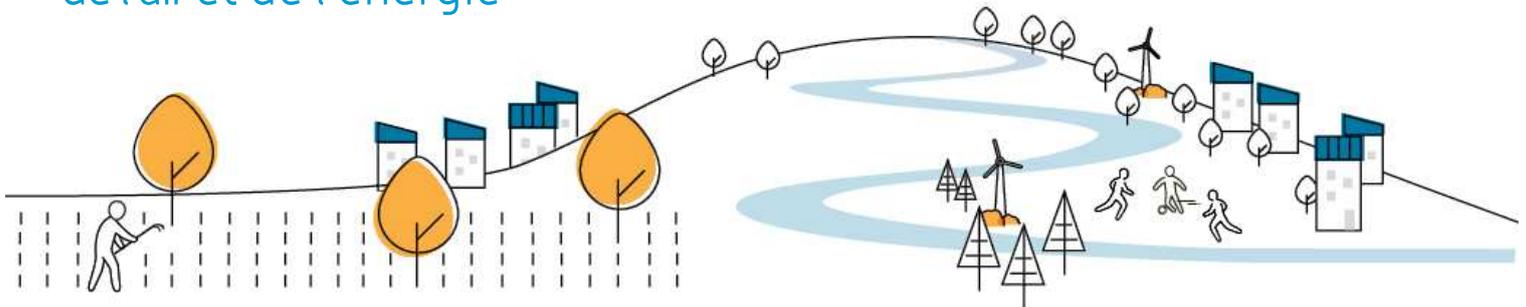


Plans locaux d'urbanisme

Des arguments pour agir en faveur du climat, de l'air et de l'énergie



septembre 2018

Le changement climatique aggrave les risques en Bretagne.

Face aux risques, adopter des stratégies d'adaptation.

Les leviers de l'urbanisme pour l'adaptation des territoires.

Pour aller plus loin

Définitions : risques, aléas, enjeux, vulnérabilité et adaptation au changement climatique.

Le changement climatique en Bretagne : poursuite des tendances passées.

Les effets du changement climatique sur les risques naturels en Bretagne.

Les effets du changement climatique pour les territoires.

Évolutions et risques climatiques : une nécessaire adaptation des territoires

Pourquoi et comment appréhender l'impact des évolutions du climat sur la gestion des risques, existants et à venir

Une évolution du climat breton, dans le sens d'une accélération des tendances actuelles, est attendue d'ici la fin du siècle. Cette évolution, quel que soit le scénario, se caractérise par une poursuite du réchauffement, qui pourrait dépasser les 3 °C à la fin du siècle, avec des conséquences sur les **risques naturels** et la **vulnérabilité environnementale, économique et sociale** du territoire : diminution de la ressource en eau et de sa qualité, risques sanitaires, risques sur les infrastructures, diminution des rendements agricoles, risques littoraux, notamment. Ceci implique la mise en place de **stratégies territoriales d'adaptation**, dans lesquelles l'urbanisme et l'aménagement du territoire constituent des volets essentiels.

ARGUMENTS CLEFS

Le changement climatique aggrave les risques en Bretagne

SUBMERSION MARINE

La submersion marine peut se manifester sous plusieurs formes différentes :

- le franchissement par paquets de mer, qui correspond au passage des vagues par-dessus les défenses côtières (naturelles ou artificielles),
- le débordement, qui correspond à une élévation du niveau d'eau statique au-dessus de la cote maximale du terrain naturel ou des ouvrages de protection,
- la rupture de structures de protection, causée par l'action répétée des vagues,
- les chocs mécaniques des vagues contre les constructions littorales.

Un épisode de submersion peut résulter de la succession de ces différents processus, voire de leur occurrence simultanée, en des endroits différents. Avec plus de 2000 km de cote (1/3 du linéaire côtier national), le **littoral breton possède certaines zones basses vulnérables aux événements de submersion marine**. L'élévation du niveau de la mer, associée aux marées et tempêtes, devrait entraîner une augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes de submersion marine ainsi que la multiplication des zones submersibles. Dans les secteurs déjà très exposés, fonds de baies notamment, des effets de seuils sont à prévoir : rupture définitive d'un cordon dunaire ou d'une digue. Là encore, de nombreuses incertitudes demeurent et l'évolution de ces phénomènes extrêmes, dans le contexte du changement climatique, reste encore assez incertain. Des travaux sont en cours pour améliorer la connaissance sur ce sujet.

ÉROSION CÔTIÈRE

D'après l'observatoire national littoral, **23 % des côtes bretonnes sont soumises à l'érosion côtière**. Une étude régionale en cours devrait permettre d'affiner ces chiffres. Plusieurs secteurs sont particulièrement concernés notamment quatre secteurs particulièrement exposés se distinguent :

- entre les pointes du Raz et celle de Penmarc'h (Finistère) : la longue plage de la baie de la forêt est régulièrement soumise à des tempêtes érodant le trait de côte,
- la côte nord du Léon, entre l'Aber Wrac'h et la baie de Morlaix,
- la baie de Saint-Brieuc,
- une part importante du littoral morbihannais : golfe, rade de Lorient et ses abords, notamment.

L'élévation globale du niveau de la mer, toutes choses égales par ailleurs, devrait se traduire par un accroissement de l'exposition des territoires littoraux à l'érosion, toutefois avec une certaine incertitude, d'autres paramètres tels que l'évolution de l'apport sédimentaires influant.

Certains secteurs localisés du littoral breton présentent une forte sensibilité à l'érosion ou à la submersion marine notamment les fonds de baie. C'est le cas de la baie du Mont St-Michel et de nombreux ports bretons (Lorient, Brest) et villes bretonnes situées en fond de baie ou d'estuaire : Morlaix, Quimper ou Landerneau par exemple mais aussi du Golfe du Morbihan.

À court terme, l'évolution du trait de côte sera affectée par l'élévation du niveau de la mer, mais dépendra fortement de la dynamique hydro-sédimentaire locale et régionale et des actions humaines. Les conséquences de l'élévation du niveau de la mer devraient rester limitées pour les marais côtiers qui sont aujourd'hui le plus souvent en accrétion. Les lagunes littorales dont les cordons protecteurs sont les plus fragiles pourraient également être exposées à la montée du niveau marin.

1

ARGUMENTS CLEFS

Au-delà du milieu du siècle, l'évolution du trait de côte dépendra des scénarios d'élévation de niveau de la mer et d'émission de gaz à effet de serre, pouvant se traduire par des effets majeurs sur les littoraux bas et meubles, induisant des reculs du trait de côte importants, mais qu'il demeure aujourd'hui difficile de quantifier avec exactitude.

INONDATION

À l'échelle du Grand-Ouest, la Bretagne est particulièrement concernée par le **risque d'inondation à cinétique rapide** (ruissellement rapide des eaux de pluie et crue de façon temporaire, jusqu'à plusieurs dizaines d'heures) et ses phénomènes associés (glissement de terrain et coulée de boue). Les petits cours d'eau, **en particulier les fleuves côtiers bretons** sont davantage touchés pour trois raisons principales :

- l'influence maritime, favorisant la forte pluviosité, la saturation hydrique souvent importante des sols, et ainsi le ruissellement lors de forts épisodes de précipitation,
- la structure de ces sous-bassins en petits fleuves côtiers entrant facilement en crue,
- le relief du Massif Armoricaïn, en favorisant le ruissellement plus rapide des eaux de pluie.

En Bretagne, 70 % des communes ont été concernées par au moins un arrêté de catastrophe naturelle (inondations et phénomènes associés) entre 1990 et 2010.

L'augmentation attendue des épisodes de fortes précipitations en Bretagne pourrait se traduire par un accroissement de ces risques et de leur fréquence dès 2030, notamment dans des zones actuellement peu exposées, avec cependant de fortes incertitudes sur le niveau exact de ces précipitations.

TEMPÊTE

Les tempêtes, qui ont lieu plutôt en hiver sur la côte atlantique, continuent à causer d'importants dégâts dans les zones littorales, avec parfois des conséquences humaines dramatiques en cas de submersion, comme lors de la tempête Xynthia en février 2010. Elles causent également des dégâts importants par érosion de la côte ou destruction du bâti par les vagues.

Au cours des soixante dernières années, le nombre de tempêtes ayant frappé la France a beaucoup varié d'une année sur l'autre, mais sans montrer pour autant de tendances significatives, ni à la hausse ni à la baisse (CGDD, 2011).

Dans le dernier rapport du GIEC, les simulations climatiques pour le scénario pessimiste, indiquent à la fin du XXI^{ÈME} siècle une baisse dans la fréquence des tempêtes de l'hémisphère Nord sans tendance significative sur leur intensité. Mais le rapport insiste sur la confiance encore très faible à accorder aux projections dans ce domaine pour le bassin Nord-Atlantique. Si les dégâts liés aux vents forts ne devraient pas être modifiés, **la montée du niveau moyen de la mer pourrait rendre les mêmes tempêtes plus destructrices.**

RESSOURCE EN EAU, IMPACTS SUR LA QUANTITÉ ET QUALITÉ

L'exposition la plus forte au manque d'eau se situe lors des périodes d'étiage, en été, lorsque les précipitations sont minimales.

Le **sous-bassin des fleuves côtiers bretons** est de ce point de vue **le plus exposé, en particulier le bassin de la Vilaine**, qui a fait l'objet de plusieurs arrêtés de restriction des usages de l'eau ces dernières années. La forte exposition des îles s'explique par la faiblesse, voire l'absence structurelle de ressources.

1

ARGUMENTS CLEFS

Actuellement, la majorité de l'eau prélevée l'est en surface et est à usage eau potable (87 %), l'agriculture représente 2 %.

Une tension relativement importante entre la disponibilité des ressources et les besoins en eau des différents usages notamment en période estivale est actuellement constatée en Bretagne : les fleuves côtiers, qui dépendent pour une part de leur alimentation des nappes libres, présentent de faibles débits d'étiage, en particulier lors des épisodes de sécheresse. Par ailleurs, les pollutions diffuses agricoles limitent les ressources disponibles pour l'alimentation en eau potable, dans le contexte d'une forte demande estivale liée au tourisme balnéaire.

Le changement climatique devrait se traduire en Bretagne plus particulièrement par une augmentation des épisodes de sécheresse, la disponibilité des ressources en eau devrait être amenée à se réduire notamment en période estivale.

Dans ce cadre, l'augmentation des besoins en eau d'irrigation dans le contexte du changement climatique pourrait s'avérer particulièrement problématique, dans une région où cet usage est encore peu développé. **La situation future de la Bretagne dépendra de l'évolution des pratiques agricoles**. L'irrigation se développe actuellement pour sécuriser la production de la nourriture destinée à l'élevage (maïs ensilage, etc.).

Par ailleurs, la qualité de l'eau pourrait se dégrader : déplacement du biseau salé susceptible d'affecter certains des aquifères littoraux, concentration de polluants d'origine chimique ou microbiologique avec des répercussions sur les littoraux. Une augmentation des épisodes de fortes précipitations sur la péninsule bretonne dès l'horizon 2030 pourrait se traduire par une augmentation des phénomènes de ruissellement dans les zones urbaines et surtout agricoles, augmentant d'autant la pollution diffuse des cours d'eau (nitrates et pesticides en zone agricole, hydrocarbures et autres polluants en zone urbaine) et sur les littoraux, par un **renforcement de la prolifération des algues vertes** en période estivale.

VAGUE DE CHALEUR ET FORMATION D'ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Les villes sont le lieu d'un microclimat, notamment en raison de l'existence d'un « **îlot de chaleur urbain** » (ICU). Phénomène nocturne, il désigne la différence des températures de l'air observées régulièrement, près du sol, entre le centre d'une agglomération et le milieu rural environnant.

L'îlot de chaleur peut aller de 2°C pour une ville de 1000 habitants jusqu'à 12°C pour une ville de plusieurs millions d'habitants

Dans la région rennaise, bien que l'îlot urbain soit temporaire et de faible intensité, **les écarts mesurés, de l'ordre de 1 à 2°C entre ville et campagne sont tout de même supérieurs aux tendances de réchauffement observées depuis une trentaine d'année** dans la plupart des stations de références du Grand Ouest, ce qui montre que l'on ne peut traiter séparément les changements climatiques locaux et globaux.

Les modèles climatiques prévoient une hausse des jours de fortes chaleurs, notamment en été et l'ICU est ainsi vraisemblablement amené à se renforcer, rendant les villes plus sensibles aux **épisodes caniculaires**.

1

ARGUMENTS CLEFS

Face aux risques, adopter des stratégies d'adaptation

La collectivité est un acteur clef pour évaluer ou accompagner les acteurs de son territoire à évaluer le niveau d'enjeu associés à ces aléas :

- caractère, ampleur et rythme de l'évolution climatique,
- vulnérabilité du territoire : niveau d'exposition et sensibilité au risque,
- capacité de résilience et d'adaptation du système.

La résilience territoriale désigne la capacité d'un territoire à anticiper des perturbations et à en minimiser les effets grâce à la veille et à la prospective, ainsi que sa capacité à se relever et à rebondir grâce à l'apprentissage, l'adaptation et l'innovation. Cette connaissance et la mobilisation des différents acteurs du territoire sont essentiels à la collectivité pour définir une la politique d'adaptation et l'approche à suivre par la collectivité (degré partenarial fort, approche réglementaire, etc).

La collectivité locale élabore une stratégie de prévention des risques, en déclinaison :

- du plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) : planifier, coordonner et mettre en œuvre les actions prioritaires sur les territoires les plus exposés au risque d'inondation,
- du plan de prévention des risques littoraux (PPRL), sur les questions de risques littoraux (submersion marine, érosion, migration dunaire).

En outre, lorsqu'elle dispose de la connaissance adéquate (cartes des zones basses notamment), la collectivité prend, même en l'absence de plan de prévention des risques, les mesures d'urbanisme qui s'imposent, dans son document d'urbanisme et dans le cadre de l'instruction des autorisations d'urbanisme (art. R.101-2 du code de l'urbanisme).

D'autre part, la vulnérabilité n'est pas figée et son évolution future ne dépend pas uniquement des changements climatiques, mais également des modes de développement et d'aménagement en cours et futurs. Par exemple, des scénarios alternatifs peuvent présenter des différences considérables quant à la population, au revenu et au développement d'une région, facteurs souvent déterminants du niveau de vulnérabilité aux changements climatiques. La stratégie d'adaptation au changement climatique demande donc d'être itérative et progressive. Ces outils de prévention ont donc vocation à être révisés régulièrement pour intégrer progressivement, à mesure de leur publication, de nouveaux éléments de connaissance du territoire.

2

ARGUMENTS CLEFS

Les leviers de l'urbanisme pour l'adaptation des territoires

La déclinaison de la stratégie d'adaptation du territoire nécessite d'élargir et d'articuler la réflexion avec les autres politiques publiques thématiques afin de mobiliser l'ensemble des leviers d'actions du territoire pertinente pour construire et / ou renforcer sa capacité d'adaptation au changement climatique sur du long terme. En effet, les mesures d'adaptation sont rarement utiles pour faire face aux seuls changements climatiques, mais doivent être intégrées dans des stratégies plus globales intégrant des enjeux de mise en valeur des ressources en eau, de protection du littoral et de gestion et d'organisation des espaces par exemple.

L'un des moyens d'augmenter la capacité d'adaptation au changement climatique passe non seulement par l'introduction de mesures d'adaptation dans les stratégies existantes de réduction et de gestion des risques naturels, à travers les mesures dont l'objectif vise à réduire la vulnérabilité (plan de gestion des risques naturels notamment) mais également dans la planification des espaces, des activités et des infrastructures via les documents d'urbanisme (SCoT, PLU(i)).

L'existence de risques sur le territoire conduit dans le document de planification, soit à interdire, soit à autoriser sous certaines conditions une urbanisation des sols. Une urbanisation qui ne prend pas en compte les impacts futurs du changement climatique peut conduire à un certain nombre d'irréversibilités qui augmentent les risques liés au changement climatique. En effet, les stratégies d'adaptation à la hausse du niveau des mers peuvent exiger des modifications des règles d'urbanisme pour réduire la construction dans les zones à risque, le renforcement d'éléments des protections côtières comme des zones humides ou les dunes ou des décisions de recul stratégique, c'est-à-dire de repli des constructions et des activités existantes derrière une nouvelle ligne de défense. La lutte contre les îlots de chaleur passe par les mesures d'urbanisme privilégiant un aménagement urbain favorable à la circulation de l'air, l'ombre et la réflexion du soleil ainsi que la végétalisation des espaces et des bâtiments contribuant à créer des îlots de fraîcheur via l'évapotranspiration des plantes. La réduction de la vulnérabilité du territoire aux risques climatiques (submersion, inondation, érosion,...) dépendra de la capacité des collectivités à maîtriser l'occupation du sol en milieu urbain et agricole par leurs choix d'aménagement et les objectifs de maîtrise de l'étalement urbain et d'artificialisation des sols inscrits dans les politiques territoriales et les documents d'urbanisme. La collectivité peut également prendre des mesures de précautions et de réduction de la vulnérabilité en définissant un périmètre de risques dans les documents d'urbanisme. L'application de la loi « Littoral » permet aussi de maîtriser l'urbanisation des zones les plus vulnérables à court terme et d'éviter pour les nouvelles constructions d'exposer les personnes et les biens. La bande des 100 m peut même être étendue par le PLU « lorsque l'érosion des côtes le justifie » [art. R146.4 CU].

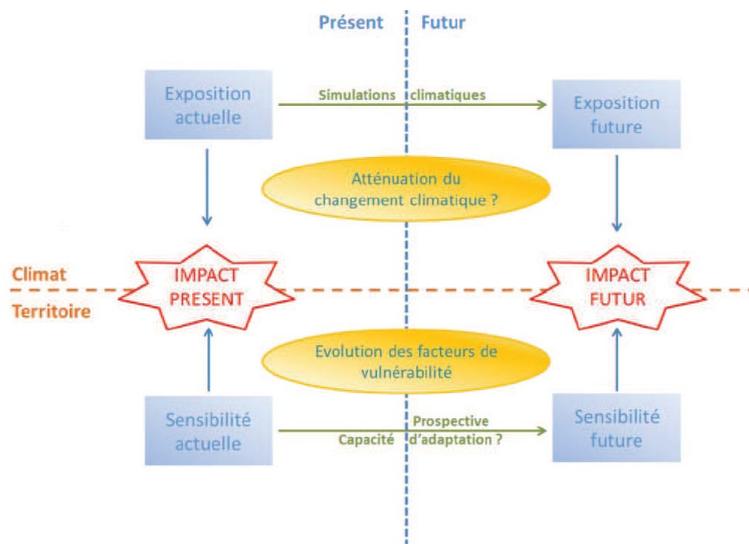
La territorialisation des effets du changement climatiques, dans les plans climat air énergie territoriaux (PCAET) et les documents d'urbanisme, permettra de prendre en compte les spécificités de chaque territoire.

L'anticipation doit guider toute stratégie d'urbanisation dans un dialogue et une démarche de projet à court et long terme associant les collectivités à la gouvernance.

3

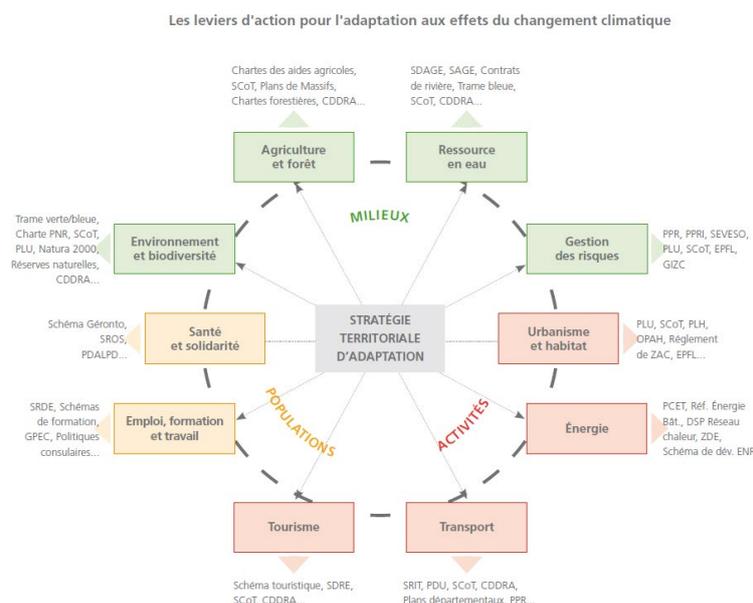
Pour le dire en 3 graphiques

- 1** La **résilience territoriale** désigne la capacité d'un territoire à anticiper des perturbations et à en minimiser les effets grâce à la veille et à la prospective, ainsi que sa capacité à se relever et à rebondir grâce à l'apprentissage, l'adaptation et l'innovation. La vulnérabilité d'un territoire n'est pas figée, et son évolution future ne dépend pas uniquement des changements climatiques, mais également des partis d'aménagement choisis. La stratégie d'adaptation au changement climatique demande donc d'être itérative et progressive.



Stratégie d'adaptation au changement climatique dans le Grand Ouest, Artelia, 2012

- 2** L'adaptation au changement climatique implique une **stratégie globale** qui passe nécessairement par la planification de l'urbanisme.

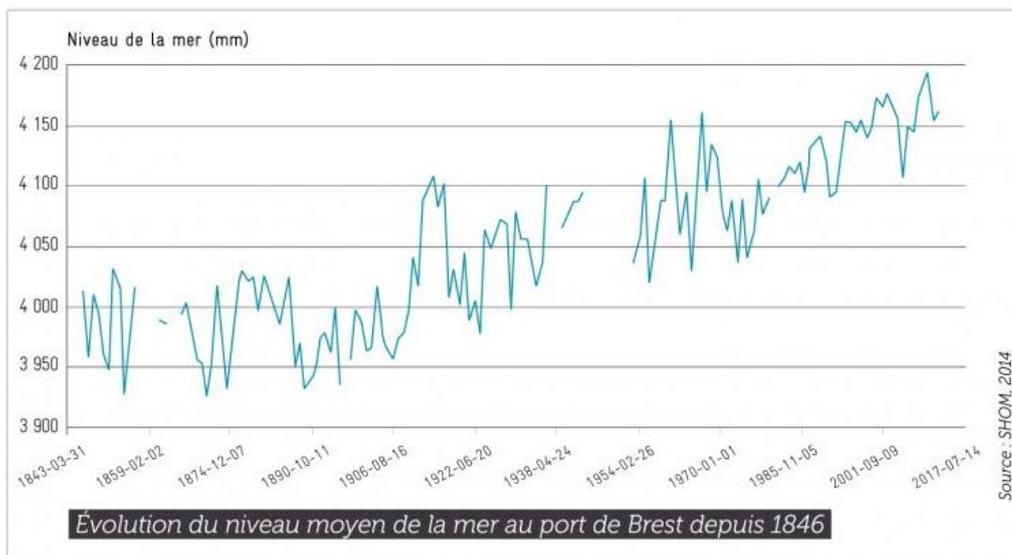


Source : Climat, réussir le changement, volume 2, RAEE et région Rhône-Alpes, 2014

Pour le dire en 3 graphiques

3

Le réchauffement climatique se manifeste notamment par une augmentation de la quantité de chaleur reçue par les océans, qui se traduit par une hausse de leur température et de leur volume par dilatation thermique. Avec la fonte des glaces des calottes glacières et l'apport d'eaux continentales, la dilatation thermique en surface et en profondeur constitue l'une des principales causes de la **hausse du niveau des mers**.



Évolution du niveau moyen de la mer au port de Brest depuis 1847
SHOM 2014

2

Pour aller plus loin

Le changement climatique en Bretagne : poursuite des tendances passées

Sous l'influence d'un régime « océanique tempéré », le climat breton est caractérisé par des hivers doux et des étés sans excès et enregistre dès le XXI^{ème} siècle des évolutions des variables climatiques globales (température, précipitations et niveau marin). En effet, le climat passé en Bretagne sur la période 1959-2009 est marqué par :

- une hausse des températures moyennes en Bretagne de 0,2°C à 0,3°C par décennie,
- l'accentuation du réchauffement depuis les années 1980,
- le réchauffement plus marqué au printemps et en été,
- des précipitations en hausse, avec une forte variabilité d'une année sur l'autre,
- peu ou pas d'évolution des sécheresses.

L'analyse des simulations climatiques qui s'appuient sur les scénarios climatiques à 2100 définis par le GIEC (groupe intergouvernemental des experts du climatique ; les scénarios climatiques 2100 sont mis à disposition sur la plateforme DRIAS de Météo-France) indique une **poursuite, voir une accélération, des tendances actuelles d'ici à la fin du siècle.**

Dans le Grand Ouest, l'élévation de températures devrait se poursuivre en moyenne de 0,2°C par décennie jusque vers 2030-2040. A partir du milieu du XXI^{ème} siècle, le réchauffement s'accélère et les écarts à la référence (1971-2000) des températures pourraient atteindre +1,8 à 2,2 °C [respectivement scénario climatiques intermédiaire et pessimiste]. À l'horizon 2080, les tendances d'augmentation des températures pour la péninsule bretonne pourraient s'échelonner entre + 2,2 et 3°C.

D'autre part, une augmentation de la variabilité climatique est perceptible surtout pour les températures maximales et notamment en été. Le réchauffement serait plus rapide sur le littoral sud breton avec des écarts à la référence des températures moyennes estivales pouvant atteindre +1,8°C dans le Morbihan à l'horizon 2030. A partir du milieu du siècle, la hausse des températures moyennes estivales présente une tendance plus significative avec des écarts à la référence compris entre 1,8 et 3°C.

Pour les précipitations, la tendance est à la faible diminution des moyennes annuelles.

Toutefois, les totaux les plus élevés comme les plus bas sont enregistrés partout dans la dernière moitié du XXI^{ème} siècle. La baisse des précipitations concerne plus particulièrement les pluies d'été et le printemps pour toutes les stations du Grand Ouest dès le milieu du siècle, les pluies d'hiver resteraient globalement stables. La baisse des pluies d'été correspond aux tendances déjà observées.

L'accentuation du déficit d'eau couplée à l'augmentation des températures laisse craindre une hausse de l'évapotranspiration, des **sécheresses estivales** et un **stress sur la ressource en eau**. À l'horizon 2030, le territoire du Grand Ouest pourrait connaître 10 à 30 % de temps en état de sécheresse avec des pics atteignant 40 % en Bretagne. Au milieu du siècle, cette tendance poursuit sa hausse avec des temps en état de sécheresse pouvant atteindre jusqu'à 60 à 80 % dans les Côtes d'Armor en 2080.

Plus encore que la hausse des niveaux moyens, les épisodes extrêmes (vague de chaleur, sécheresse, inondations, tempêtes) dont l'augmentation des fréquences est considérée comme « très probable » par le GIEC pourraient s'avérer problématique.

Pour aller plus loin

Le réchauffement climatique se manifeste également par une **augmentation de la quantité de chaleur reçue par les océans**, qui se manifeste par une hausse de leur température et de leur volume par dilatation thermique. Avec la fonte des glaces des calottes glacières et l'apport d'eaux continentales, la dilatation thermique en surface et en profondeur constitue l'une des principales causes de la **hausse du niveau des mers**.

Au marégraphe de Brest, l'élévation du niveau des mers atteint +30 centimètres depuis 300 ans et enregistre une accélération au cours des dernières décennies (+0,2 mm par an entre 1806 et 1908 puis +1,2 mm par an au cours du XX^e siècle et +3 mm par an depuis les années 1980).

Les estimations de la hausse du niveau des mers concluent comme très probable que le taux d'augmentation du niveau moyen global de la mer au XXI^{ème} siècle sera supérieur au taux observé au cours de la période 1971-2010 pour tous les scénarios climatiques.

Pour la France, l'ONERC recommande de considérer une valeur unique à appliquer à l'ensemble des côtes métropolitaines. Il retient une hypothèse « optimiste » de 0,40 m, une hypothèse « pessimiste » de 0,60 m et une hypothèse dite « extrême » de 1 m en 2100 par rapport à l'année 2000.

À partir de 2019, les prévisions du GIEC devraient certainement amener à réviser ces hypothèses, pour retenir une hypothèse « pessimiste » de 1 m par rapport à l'année 2000.

Les effets du changement climatique sur les risques en Bretagne

Les évolutions passées climatiques globales (hausse des températures, modification des régimes de précipitation, hausse du niveau des mers) se manifestent localement sur les territoires. En effet, les répercussions locales peuvent se traduire par une modification de l'étendue et de la probabilité de survenue d'un aléa déjà vécu sur les territoires ou par **l'apparition de nouveaux aléas dans un futur plus ou moins proche**. En Bretagne, les aléas actuels ou futurs les plus probables concernent la **submersion marine**, **l'érosion côtière**, les **inondations**, l'impact sur la **ressource en eau**, les **tempêtes**.

De plus, les grandes villes devraient connaître :

- une amplification des **vagues de chaleur** avec des conséquences sanitaires et sur la consommation d'énergie,
- une augmentation des risques d'**inondations urbaines** : débordement des réseaux d'assainissement, inondation des infrastructures souterraines.

Moins présents aujourd'hui, d'autres aléas sont toutefois susceptibles d'évoluer du fait du changement climatique, notamment les **feux de forêt** ou les **mouvements de terrain** et le **retrait gonflements des argiles** (phénomène de gonflement et de tassement des sols sous l'effet des variations de leur teneur en eau).

1

Pour aller plus loin

Les effets du changement climatique pour les territoires

Les évolutions climatiques à l'échelle mondiale et locale ont et auront des impacts significatifs sur l'ensemble des populations, milieux et activités d'un territoire. Leur vulnérabilité aux aléas du territoire dépendra :

- des spécificités locales,
- de la nature d'exposition (typologie de ce qui est exposé : habitants, infrastructures, bâtiments, sites touristiques, industrie (système de refroidissement d'une usine, turbine hydroélectrique, etc)),
- du niveau d'exposition (correspond au « volume » de ce qui est exposé : un unique bâtiment, un quartier ou une ville, un ou plusieurs milliers d'hectares de culture, etc) et de son degré de capacité de faire face ou non aux effets des aléas climatiques (y compris la variabilité climatique et les extrêmes).

La vulnérabilité du territoire peut être :

- **physique** : dégâts matériels affectant les constructions (bâtiments, infrastructures). Par exemple, l'endommagement de digues suite à la hausse du niveau de la mer, ou dommages sur les bâtiments conséquence de rétractation de sol argileux,
- **environnementale** : effets sur les milieux et les espèces naturels. Par exemple, la migration d'espèces animales ou végétales suite à l'augmentation de la température de l'eau, ou la prolifération d'espèces invasives,
- **sanitaire** : effets sur la santé publique. Par exemple, la propagation de maladies due à la présence d'eaux stagnantes suite à une inondation, ou l'excès de décès observé lors des épisodes de canicule,
- **économique** par ses effets sur les activités économiques à court ou long terme. Par exemple, les coûts de remise en état, de rachat de stock, et de perte d'activité après l'inondation d'un supermarché pendant quelques jours ou l'impact sur la santé animale,
- **sociale** : conséquences sur les populations et le lien social. Par exemple, l'isolation de personnes vivant seules suite à une inondation, ou les difficultés rencontrées par les personnes âgées fragiles pendant les épisodes de canicule,
- **institutionnelle**, qui concerne l'organisation et le fonctionnement des sociétés et des institutions (autorités en place, familles, tissu entrepreneurial, vie associative). Par exemple, la dégradation de l'image des autorités locales suite à une catastrophe naturelle mal gérée, ou la réduction de la disponibilité des secours lorsqu'une caserne de pompiers subit des inondations,
- **culturelle** : dégâts matériels infligés au patrimoine culturel (monuments) et les effets sur la culture (traditions). Par exemple, l'abandon de cultures régionales suite à l'évolution du climat.

2

Pour aller plus loin

IMPACT SUR LE LITTORAL

Le littoral présente des enjeux importants en termes :

- **de démographie** (forte densité de population, augmentation de la population, part des personnes âgées supérieure à la moyenne nationale),
- **d'urbanisation** (hauts niveaux d'artificialisation et de construction, 3 fois plus forte dans les communes littorales métropolitaines que sur l'ensemble du territoire hexagonal),
- **d'activités socio-économiques** spécifiques notamment le tourisme, la pêche, les activités de transport par eau, la construction navale ainsi que plusieurs secteurs industriels liés aux activités portuaires,
- **environnement** : les écosystèmes littoraux sont constitués de nombreux habitats (plage, dune, marais, estuaire, etc.), accueillent des espèces de grand intérêt et fournissent également d'importants services écosystémiques (stabilisation des sols, protection contre l'érosion par le vent et les marées, qualités esthétiques et paysagères...).

1 L'attractivité actuelle des zones littorales conduit à une exposition accrue des personnes, habitations, infrastructures et entreprises aux risques de submersion. La combinaison de ces deux phénomènes est préoccupante dans les zones basses, avec un risque de submersion accru et/ou des coûts d'entretien des défenses côtières plus importants. Le changement climatique aura assurément des impacts importants sur la valeur patrimoniale de nombreuses constructions compte tenu des risques que font peser l'érosion des côtes et les événements de submersion sur le bâti.

Sur la biodiversité littorale, certains effets du changement climatique sont d'ores et déjà constatés en modifiant sensiblement l'environnement de certaines espèces vivantes animales ou végétales : par exemple changements de répartition géographique ou de pratiques migratoires d'espèces d'oiseaux afin de conserver un environnement favorable à la nidification et à l'alimentation, bouleversement du fonctionnement physique et biologique des estuaires qui abritent des écosystèmes très spécifiques, etc.

Pour aller plus loin

L'impact du changement climatique a également des conséquences sur l'**exploitation des ressources de la mer**, en affectant la pêche et la conchyliculture, se combinant à d'autres pressions anthropiques (surpêche, urbanisation du littoral, dégradation des habitats, etc.) en amplifiant les effets et la déstabilisation du fonctionnement des écosystèmes côtiers. Ces changements occasionnent :

- des changements d'abondance locale et de répartition biogéographique des espèces de poisson. Par exemple, entre 1978 et 2005, une augmentation de l'abondance du Saint-Pierre, une espèce lusitanienne a été observée dans les mers proches de la Bretagne,
- la plongée en profondeur des poissons. En corrélation avec une augmentation de la température, il a été observé que les poissons démersaux sont descendus de 3,6m par décennie en mer du Nord,
- une évolution de la taille des poissons. En Manche occidentale, sur 1911-2007, une baisse continue de l'abondance et de la taille des grandes espèces et une augmentation de l'abondance des espèces de petite taille ont été corrélées à l'augmentation des températures,
- des effets écosystémiques ; la migration de proies vers le nord peut engendrer des difficultés à se nourrir pour les espèces prédatrices (phénomène dit de mismatch qu'on a pu observer, en lien avec la montée des températures, entre les espèces de copépode et les larves de cabillaud).

Les évolutions et les changements observés vont se poursuivre, affectant l'ensemble de la chaîne alimentaire, des producteurs primaires aux prédateurs, ainsi que l'exploitation des ressources vivantes. Le changement climatique a des impacts sur les infrastructures et les activités de tourisme en raison des aléas naturels et de la pression sur la ressource en eau. L'attractivité d'une destination touristique peut également évoluer sous l'effet de l'évolution de la biodiversité et des paysages et de la ou des conditions de confort thermique estivale plus favorables sur les côtes nord-atlantiques et Manche que sur la côte méditerranéenne, contrairement à la situation actuelle.

IMPACT SUR L'ACTIVITÉ AGRICOLE

Le changement climatique sur les cultures impactera les **périodes** et les **rendements** par les effets, parfois conjugués, de :

- la hausse de la concentration atmosphérique en CO₂ qui agit positivement sur la croissance des plantes selon leur capacité à le valoriser,
- la hausse des températures qui génère moins de dégâts liés au gel (notamment en automne et printemps) et peut en revanche augmenter le nombre de jours échaudant,
- l'augmentation du stress hydrique pour les cultures de printemps et une augmentation des besoins en irrigations pour les cultures d'été,
- la baisse de l'humidité des sols à l'automne qui conduira à une augmentation des jours disponibles pour les travaux d'automne.

1

Pour aller plus loin

L'avancement des périodes sera plus marquée dans le futur lointain (horizon 2060) et plus forte pour les espèces à cycle estival (maïs et sorgho) que pour le blé, le colza ou le tournesol. En ce qui concerne les rendements, ceux-ci, devraient peu varier pour les cultures actuellement présentes en Bretagne (blé, maïs, colza) et augmenter pour celles qui sont peu présentes (sorgho) tandis qu'ils diminueraient pour la fétuque (prairie). La production fourragère serait affectée. Elle serait constante dans le futur proche pour subir ensuite une évolution plus marquée à la baisse, notamment en été. **Le changement climatique pourra avoir des impacts sur les animaux d'élevage.** En raison de la hausse des températures estivales, des questions liées au confort animal se posent. Les élevages laitiers, par leur besoin en fourrage seront également particulièrement sensibles aux caractéristiques des sols et des évolutions climatiques. Les conséquences du changement climatique se traduira également par une sensibilité accrue des sols à l'érosion hydrique et un décalage temporel de cette sensibilité de l'automne vers l'hiver, questionnant la capacité des systèmes agricoles à s'adapter à ces évolutions d'érosion hydriques des sols. Les modélisations climatiques sur les sols indiquent également une possible diminution de 10-15 % des stocks de matière organique des sols à l'horizon 2100. Les effets des changements climatiques sur les conditions d'exercice des activités agricoles pourra induire selon l'ampleur du réchauffement climatique des changements de pratiques (dates de semis ; dates de récoltes) ou des changements plus drastiques tendant à faire évoluer les systèmes.

IMPACT SUR LE MILIEU URBAIN

Les villes présentent une vulnérabilité particulière compte tenu d'une forte concentration de population, de son vieillissement et du regroupement d'infrastructures et de biens matériels sur leur territoire. Elles sont également très sensibles à toute évolution brusque de leur environnement naturel ou socio-économique. Cette vulnérabilité dépend toutefois de multiples facteurs, dont l'urbanisme, le type d'habitat, les activités économiques locales, les infrastructures en place, l'existence d'infrastructure de protection, le niveau et les modes de vie des ménages.

Les effets possibles du changement climatique spécifiques aux villes sont liés à l'amplification de :

- l'effet îlot de chaleur et des effets sur la **santé** : baisse de la mortalité due au froid, hausse risques sanitaires dus à la recrudescence des vagues de chaleur (stress thermique et hydrique, dégradation de la qualité de l'air),
- la vulnérabilité aux **risques naturels** (inondations, submersions, retrait gonflement des argiles, tempêtes, etc) avec par conséquent, des effets sur la sécurité des personnes et des biens et des dommages sur les bâtiments, les infrastructures et les réseaux (eaux, énergie, transport, etc) dont littoraux et portuaires.

1

Pour aller plus loin

Ces impacts appellent des réponses spécifiques en milieu urbain. La mise en place de **stratégies d'adaptation en ville invite** à adopter une approche transversale tenant compte des fortes interactions entre les composantes et les acteurs du système urbain. La mise en place d'infrastructures résilientes, c'est-à-dire capables de retrouver ou de conserver un fonctionnement normal après un choc ou un changement, dans les transports, l'habitat ou certaines activités économiques peut notamment présenter d'importantes synergies avec des mesures de réduction des émissions de GES.

IMPACTS SUR LES RÉSEAUX (ÉNERGIE, EAU, COMMUNICATION, TRANSPORTS)

Le changement climatique a des effets indirects sur le fonctionnement et l'activité économique qui dépendent de la qualité de **fonctionnement des réseaux** : réseaux de transport, de gestion des eaux (eau potable et assainissement), énergétique (électricité, réseaux de chaleur ou de froid), de communication. Une interruption ou une baisse de performance des transports publics ou d'électricité peut facilement paralyser ou handicaper l'ensemble de l'activité économique.

Dans l'évaluation de la vulnérabilité, il est également essentiel de recenser les risques pour les points névralgiques, leur accès et leur évacuation, tels que les hôpitaux, les services de secours ou les centres de décisions et notamment.

IMPACT FINANCIER DES ALÉAS NATURELS

Au cours des 30 dernières années, le montant des coûts des catastrophes naturelles (hors dommages aux automobiles) et de la garantie « tempête, grêle, poids de la neige sur les toitures » (TGN), les indemnisations totales dues aux conséquences dommageables des événements naturels s'élèvent, en moyenne annuelle, à :

- 1 milliard d'euros pour les tempêtes,
- 500 millions d'euros pour les inondations (dont 10 % au titre de la submersion marine),
- 320 millions pour la sécheresse géotechnique,
- moins de 50 pour les autres catégories d'événements naturels.

Selon un chiffrage de la Fédération française des sociétés d'assurance, **la charge totale pour les 20 prochaines années pourrait être le double** (en euros constants), la moitié de cette charge étant expliquée par des facteurs liés aux évolutions socio-économiques (augmentation de la somme assurée en grande partie, mais aussi migration vers des zones à risque), et la moitié étant expliquée par des facteurs liés au changement climatique.

Pour aller plus loin

Le changement climatique impacte tous les secteurs de l'assurance. **Les propriétés situées sur les côtes sont menacées** par l'élévation du niveau des mers. Les risques liés aux inondations constituent une catégorie de catastrophe très impactée par le changement climatique : les plus fortes évolutions attendues des sinistres catastrophes des 30 prochaines années seront relatives à la submersion marine (+60 %) et aux inondations par débordement et ruissellement (+20 %). Un autre risque est celui lié aux sécheresses, qui endommage aussi les bâtiments par affaissement des sols. La canicule de l'été 2003 en France a causé une hausse des réclamations en assurance construction de l'ordre de 20 %.

Plusieurs travaux soulignent que les gains engendrés par les mesures de précaution sont souvent colossaux par rapport à leur coût. En 2004, la Banque Mondiale avait ainsi calculé que pour toutes les catastrophes naturelles survenues dans les années 1990, 40 milliards d' investis dans des mesures de prévention auraient permis de réduire le coût total de 280 milliards d' €. Des travaux de l'association des assureurs anglais aboutissent au même ordre de grandeur : chaque livre sterling dépensée dans des mesures de prévention permettrait d'économiser 6 livres sterling en coûts de réparation, lors d'inondations.

Pour aller plus loin

Définitions : risques, aléas, enjeux, vulnérabilité et adaptation au changement climatique

Un **risque climatique pour un territoire** est défini par l'interaction de trois composantes : l'aléa climatique, l'exposition des populations, milieux et activités d'un territoire à cet aléa (aussi appelé « enjeu ») et la vulnérabilité à cet aléa climatique.

L'impact d'un risque climatique est la mesure des conséquences de la manifestation d'un risque climatique sur un territoire et/ou un secteur donné. On parle, par exemple, de l'impact d'une tempête sur la forêt ou l'impact d'une canicule sur la population. Les impacts peuvent être exprimés en termes « bruts » ou en termes financiers, par exemple, le nombre de logements inondés ou les coûts des dommages.

Il faut distinguer les **risques climatiques actuels et futurs**. Le climat futur se caractérisera par de nouveaux aléas et une nouvelle probabilité des aléas. Les risques climatiques doivent être évalués en intégrant l'évolution de la structure socio-économique et de l'organisation du territoire.

L'**aléa climatique** est un événement climatique ou d'origine climatique susceptible de se produire (avec une probabilité plus ou moins élevée) et pouvant entraîner des dommages sur les populations, les activités et les milieux (par exemple l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation des températures atmosphériques, les niveaux de pluviométrie, une tempête, etc.).

L'**exposition aux aléas climatiques ou enjeu** correspond à l'ensemble des populations, milieux et activités qui peuvent être affectés par les aléas climatiques. Elle est caractérisée par une nature d'exposition et par un niveau d'exposition qui définissent l'enjeu de la politique d'adaptation et l'approche à suivre par la collectivité (degré partenarial fort, approche réglementaire, etc.).

La nature d'exposition c'est la typologie de ce qui est exposé : industrie (système de refroidissement d'une usine, turbine hydroélectrique...), infrastructures, bâtiments, sites touristiques, habitants, etc.

Le niveau d'exposition correspond au « volume » de ce qui est exposé : un unique bâtiment, un quartier ou une ville, un ou plusieurs milliers d'hectares de culture, etc.

Ces enjeux présenteront une vulnérabilité spécifique selon leur niveau d'exposition, leur sensibilité au risque et leur capacité de résilience. On parle de résilience territoriale pour désigner la capacité d'un territoire à anticiper des perturbations et à en minimiser les effets grâce à la veille et à la prospective, ainsi que sa capacité à se relever et à rebondir grâce à l'apprentissage, l'adaptation et l'innovation.

La **vulnérabilité** au changement climatique est le degré de capacité d'un système de faire face ou non aux effets néfastes des aléas climatiques (y compris la variabilité climatique et les extrêmes). La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme de l'évolution climatique, des variations auxquelles le système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation.

3

Pour aller plus loin

La vulnérabilité au changement climatique peut être aggravée par d'autres contraintes, affaiblissant la résilience et pouvant également réduire la capacité d'adaptation en raison des ressources déployées pour satisfaire des besoins en concurrence.

D'autre part, la vulnérabilité future ne dépend pas uniquement des changements climatiques, mais également des modes de développement. Par exemple, des scénarios alternatifs peuvent présenter des différences considérables quant à la population, au revenu et au développement d'une région, facteurs souvent déterminants du niveau de vulnérabilité aux changements climatiques.

La capacité d'adaptation est le degré d'ajustement d'un système à des changements climatiques (y compris la variabilité climatique et les extrêmes) afin d'atténuer les dommages potentiels, de tirer parti des opportunités ou de faire face aux conséquences.

Les sociétés humaines disposent d'une large fourchette de mécanismes d'adaptation, allant du mécanisme purement technologique (ouvrages défensifs en mer, par exemple), en passant par les mesures comportementales (modification des régimes alimentaires et choix des loisirs, par exemple) **ou de gestion** (modification des techniques agricoles, par exemple) **jusqu'aux stratégies politiques** (réglementation des programmes, par exemple).

L'un des moyens d'augmenter la capacité d'adaptation est d'introduire dans les programmes de développement l'étude des conséquences du changement climatique, par exemple en introduisant :

- des mesures d'adaptation dans la planification de l'affectation des sols et des infrastructures,
- des mesures dont l'objectif serait de réduire la vulnérabilité dans les stratégies existantes, qui visent à réduire les risques de catastrophes.

Des mesures d'adaptation sont rarement prises pour faire face aux seuls changements climatiques, mais peuvent être intégrées dans des stratégies de mise en valeur des ressources en eau, de protection du littoral et de réduction des risques, par exemple.

3

En savoir plus

Quels enjeux ?

- stratégie d'adaptation au changement climatique dans le grand Ouest, Étude MEDCIE Grand Ouest, 2012,
<http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/etude-interregionale-grand-ouest-d-adaptation-au-r1038.html>,
- changement climatique dans l'ouest, évaluation, impacts, perceptions, Philippe Merot, Vincent Dubreuil, Daniel Delahaye, Philippe Desnos, Presse universitaire de Rennes, 2012,
- quelles sont les connaissances actuelles sur le changement climatique de l'échelle globale aux échelles régionales ?, Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne, 2012,
<http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/syntheses-etudes/changement-climatique.html>,
- adaptation au changement climatique, 12 fiches pour agir dans les collectivités locales, Ademe Languedoc Roussillon, 2012,
<http://www.languedoc-roussillon.ademe.fr/mediatheque/publications/autres-publications/changement-climatique>,
- climat, réussir le changement ; volume 1 : Engager son territoire dans une démarche d'adaptation, volume 2 : Mettre en oeuvre un projet territorial intégrant l'adaptation, volume 3 : Comprendre la complexité du changement climatique, RAEE et région Rhones-Alpes, 2014,
<http://www.certu-catalogue.fr/climat-reussir-le-changement-volume-3-elements-scientifiques.html>,
- le climat de la France au XXI^e siècle, ONERC, 2015. Volume 5 : Changement climatique et niveau de la mer : de la planète aux côtes françaises ;
- le littoral dans le contexte du changement climatique, ONERC, 2015 ;
- villes et adaptation au changement climatique, ONERC, 2010 ;
- plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)
<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/adaptation-france-au-changement-climatique#e5>.