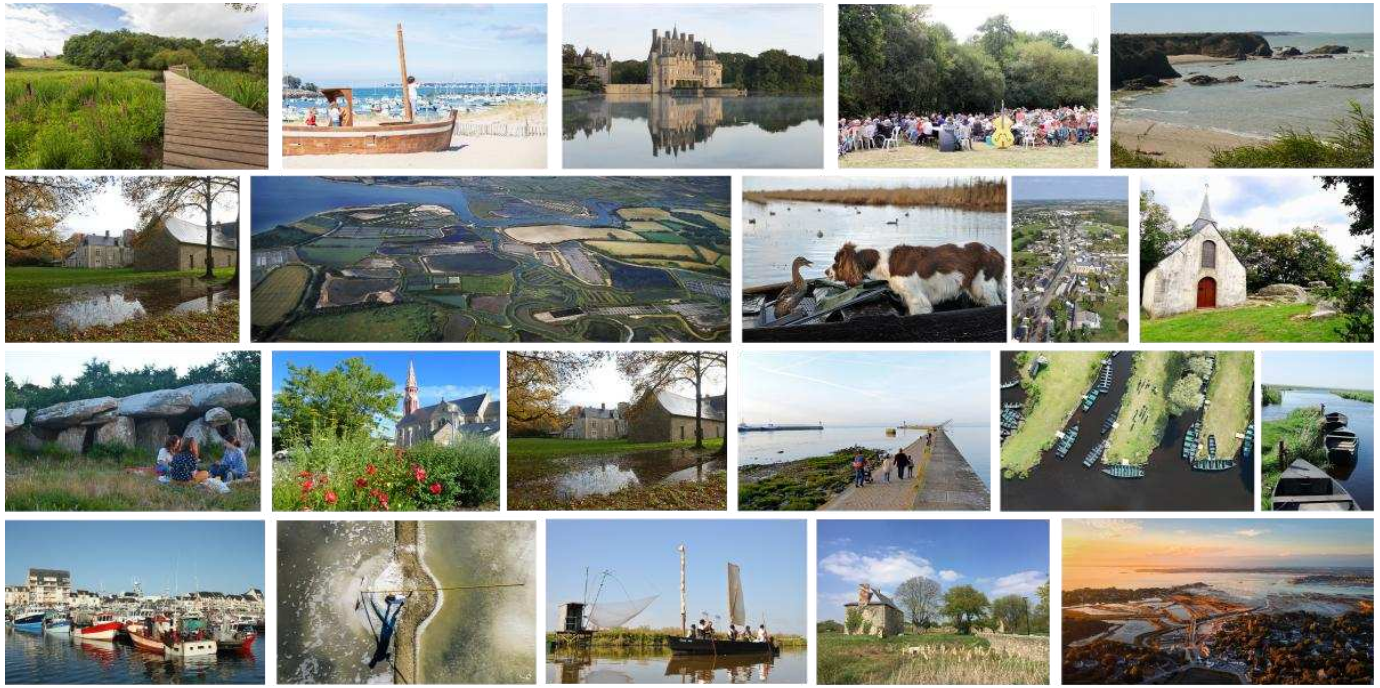


Cahier climatique Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine

Mai 2026

unesco
Réserve de biosphère
Entre Loire et Vilaine,
des marais aux marées

Life Biospher' Adapt

Cofinancé par
l'Union européenne

Parc naturel régional de Brière

Rédaction : Lucas Welin, Laurent Godineau – intermezzo. Contribution de Louis Deroches En3Co sur les enjeux biodiversité

Version : mai 2026

Contact : info@intermezzo-coop.eu /c.vaulot@parc-naturel-briere.fr

Table des matières

I) Portrait du territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine 4

II) Introduction à l'adaptation aux effets du changement climatique 15

I.1. Le processus de caractérisation du risque climatique 15

I.2. Quelques définitions 16

I) État des lieux du changement climatique global 17

I.1. Le changement climatique à l'échelle mondiale 17

I.2. Des changements déjà à l'œuvre sur la réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine 22

II) Trajectoires actuelles projetées de réchauffement climatique à l'échelle supra-régionale 50

II.1. Les trajectoires de réchauffement planétaires du GIEC 50

II.2. Focus sur la France métropolitaine 51

II.3. Précisions méthodologiques – TRACC 53

III) Indicateurs et trajectoires climatiques locales . 54

III.1. Évolution des températures 57

III.2. Jours et nuits chaudes 61

III.3. Nombre de jours par saison avec sol sec 69

III.4. Nombre de jours avec risque significatif de feu de végétation 76

III.5. Nombre annuel de jours de gel 78

III.6. Précipitations 79

III.7. Évolution du niveau moyen de la mer 86

III.8. Indicateur Agriculture : Indice Température-Humidité 93

III.9. Indicateur Agriculture : Prairies – date de mise à l'herbe 94

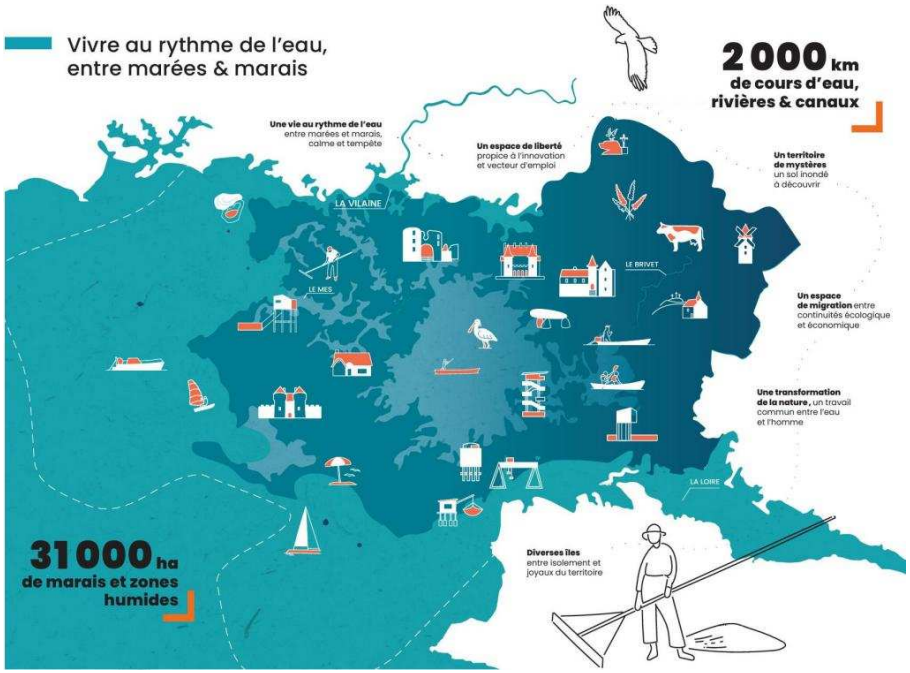
IV) Annexes 95

V) Glossaire 102

I) Portrait du territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine

La réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine comprend le territoire situé entre ces deux fleuves avec une limite orientale marquée par les communes de Lavau-sur-Loire, Bouvron, Guenrouet et une limite septentrionale marquée par les communes de Séverac, Missillac, Herbignac ainsi que les trois communes morbihannaises Férel, Camoël et Pénestin. Le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine comprend l'intégralité des territoires de trois EPCI (Saint-Nazaire Agglomération, Cap Atlantique et Communauté de communes Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois) et certaines communes de deux autres EPCI (Communauté de communes Estuaire et Sillon et Pays de Blain Communauté). Au total, le territoire représente une surface de 1 940 km² étendue sur 39 communes.

L'eau qui traverse et organise ce vaste territoire est source d'un patrimoine riche (patrimoines naturels et immatériels) duquel découle l'apparition de diverses activités liées à cette ressource (élevage de marais, saliculture, conchyliculture, patrimoine des chaumières lié à l'exploitation des roselières, activités portuaires de Saint-Nazaire, etc.) et qui confèrent au territoire son identité si singulière.



Dans un contexte de changement climatique, les ressources naturelles à partir desquelles ce territoire a développé son identité et ses savoir-faire sont menacées. L'enjeu de les préserver n'a jamais été autant d'actualité afin de maintenir cet équilibre homme-nature. C'est le sens recherché par la reconnaissance de ce site comme « Réserve de Biosphère », patrimoine mondial de l'UNESCO, dans le cadre du programme « Man and Biosphere » (MAB) et dorénavant par la conduite du

projet LIFE *Biospher' Adapt* dont ce rapport technique constitue la première pierre.

Les réalités hétérogènes de ce vaste territoire (communes rurales agricoles, agglomérations industrielles, stations balnéaire, etc.) sont présentées ci-dessous.

A. Un secteur agricole tourné vers l'élevage

La Réserve de biosphère *Entre Loire et Vilaine* concentre plusieurs activités agricoles significatives :

- Celles du Parc Naturel Régional de Brière ;
- Celles de la façade atlantique (notamment son extrémité nord), de Cap Atlantique ;
- Une partie de celles de la Communauté de communes Estuaire et Sillon.

Il existe une certaine homogénéité des activités agricoles en présence, faisant ainsi ressortir des grands enjeux agricoles communs à l'échelle du territoire de la Réserve. En effet, les surfaces agricoles sur ce périmètre sont principalement tournées vers l'élevage bovin (lait et viande) avec la présence, moins marquée mais significative tout de même, de cultures céréalières comprenant le maïs, le blé tendre et l'orge notamment. Bien que présentes de manière très sporadiques (mais sur l'ensemble des EPCI de la Réserve), les cultures d'oléoprotéagineux (colza, tournesol) et de fruits et légumes sont également présentes sur le territoire de la Réserve de biosphère.

En termes de surface, la Surface Agricole Utile (SAU) principale de la Réserve de biosphère est celle du PNRB (32 942 ha[1]), dominée majoritairement par l'élevage bovin (viande et lait) totalisant un cheptel de 30 000 têtes et occupant 71,95 % de la SAU du Parc à travers les surfaces dédiées aux différents types de fourrages (23 703 ha). L'activité d'élevage des bovins est basée sur des pratiques agricoles extensives en se concentrant dans les marais de Brière[2] constitués de prairies permanentes (16 062 ha, 67,76 % de la SAU dédiée aux fourrages) pour les bovins viandes. Les fermes en production bovine laitière sont quant à elles situées sur les coteaux et les plateaux bocagers qui entourent la Brière (bocage du Haut-Brivet et de la Presqu'île guérandaise). Le PNRB accueille également des cultures céréalières situées sur les zones peu humides du pourtour du site Natura 2000 « Grande Brière, Marais de Donges » composant 21,93 % de sa SAU totale (7 223 ha) dont 56,66 % de maïs (4 093 ha) et 21,88 % de blé tendre (1 581 ha).

[1] Les Greniers d'Abondance, Diagnostic PNR de Brière, à partir des données Recensement Parcellaire Graphique (IGN, 2023), traitées dans l'outil CRATer, [en ligne], < https://territoiresfertiles.fr/diagnostics/pnr-de-briere/territoire >

[2] Notice d'information du territoire « Marais de Brière et de Donges », DRAAF, 2023, [en ligne], < https://draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/py_brie.pdf >

À l'activité agricole sur le territoire du PNRB, il faut adjoindre l'activité agricole de la partie de Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo non-comprise dans le périmètre du PNRB. Cette dernière comporte notamment cultures fruitières(18 ha),de légumes (100 ha[3]) et des activités salicoles qui sont détaillés ci-après dans ce rapport (voir p.11). Enfin, sur le territoire de la Communauté de communes d'Estuaire et Sillon, parmi les pratiques agricoles, « *l'élevage bovin est majoritaire (production de lait, de viande et cultures fourragères)* »[4] et « *représente 75% des exploitations agricoles du territoire* ». Les cultures du territoire, plus minoritaires, concernent le maïs, les céréales, et le maraîchage »[5]. Plus spécifiquement, les communes de Lavau-sur-Loire ou La-Chapelle-Launay par exemple) « *sont plutôt des communes de production allaitante* »[6].

B. Une industrie sujette aux risques technologiques et sanitaires

Le tissu industriel de la Réserve de biosphère est très nettement influencé par l'activité sur le bassin industrialo-portuaire allant de Saint-Nazaire à Cordemais. La création du pôle industriel Saint-Nazaire Loire Estuaire, labellisé « *Territoires d'Industrie* » par l'ADEME, réunit les territoires de Saint-Nazaire Agglomération (SNA) et une grande partie des communes de la Communauté de communes d'Estuaire et Sillon comprises dans le périmètre de la Réserve de biosphère. L'espace Saint-Nazaire Loire Estuaire est marqué par la présence de la cokéfaction et du raffinage (« *secteur avec le poids le plus important en termes d'emplois* »[7]). À noter également, à l'échelle du périmètre industriel Saint-Nazaire Loire Estuaire, la présence pour environ 12,5 % d'activités agro-alimentaires (consommatrices d'eau et donc impactées par certains effets du changement climatique) au sein de l'industrie manufacturière[8] (en nombre d'établissements).

De la présence d'une importante industrie pétrochimique découle, la vigilance accrue aux risques industriels, notamment en matière de concentration de polluants industriels dans l'eau, l'air ou les sols et leur circulation renforcée par la survenue de

[3] Les Greniers d'Abondance, Diagnostic Communauté d'agglomération de la Presqu'île de Guérande Atlantique, à partir des données Recensement Parcelaire Graphique (IGN, 2023), traitées dans l'outil CRATer, [en ligne], < https://territoiresfertiles.fr/diagnostics/communaute-d-agglomeration-de-la-presqu-ile-de-guerande-atlantique/territoire >

[4] Communauté de communes Estuaire et Sillon, Diagnostic PCAET, p.13, [en ligne], < https://www.estuaire-sillon.fr/fileadmin/medias/Telechargements/PCAET/1._PCAET_1_E_S__Diagnostic.pdf >

[5] Ibid.

[6] Ibid.

[7] Agence Nationale de la Cohésion des Territoires, Territoire d'industrie Saint-Nazaire Loire Estuaire, novembre 2024, [en ligne], < https://anct-site-prod.s3.fr-par.scw.cloud/s3fs-public/2024-10/TI_Pays%20de%20la%20Loire_Saint-Nazaire%20Loire%20Estuaire.pdf >

[8] Ibid.p.4

certains aléas climatiques. Sur le territoire de la Réserve de biosphère, on dénombre plusieurs sites SEVESO « *seuil haut* »[9] :

- Trois dans la commune de Montoir-de-Bretagne : le terminal méthanier Elengy qui stocke du gaz, le dépôt d'engrais et de céréales Idea services vrac ainsi que l'ancienne usine de fabrication d'engrais Yara qui aujourd'hui stocke des engrais importés ;
- Deux dans la commune de Donges : la raffinerie Total et une unité de stockage de Gaz de Pétrole Liquéfié - GPL, Antargaz.

Il s'agit également ici de noter la présence d'un site SEVESO « seuil bas » sur le territoire de la Réserve de biosphère, à Cordemais[10] (la centrale électrique EDF).

Une étude de zone sur 5 communes de SNA est actuellement menée afin d'évaluer les impacts des activités humaines sur l'état des milieux et d'en déterminer des risques sanitaires associés. Dans ce cadre des prélèvements d'eaux souterraines, sur les sols, les légumes de potagers ont été menés[11]. Néanmoins, régie par un cadre méthodologique prédéfinis au niveau national, l'étude de zone n'explore pas les émissions de particules ultrafines sur le territoire (polluants ne disposant pas de seuils d'interprétation).

C. Un afflux touristique estival massif

En raison de la diversité de ses paysages, le territoire de la Réserve de biosphère est le support d'un tourisme à multiples facettes. Principal facteur d'attractivité, le territoire littoral change de dimension en période estivale. Plusieurs communes du territoire de la Réserve de biosphère se muent alors tout particulièrement en stations balnéaires d'envergure dont Pornichet, La Baule Escoublac, Le Pouliguen, et, dans une moindre mesure, Saint-Nazaire et les autres communes du littoral. La population de Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo passe de 77 000 habitants à environ 360 000[12] en saison estivale, elle est ainsi multipliée entre 4,5 et 5 fois en été. Cette massification touristique amène des impacts sur la ressource en eau, la consommation se démultipliant à un moment où la disponibilité de cette ressource est la plus contrainte. La multiplication des touristes s'accompagne d'une plus forte pression exercée sur les milieux naturels, comme ceux du PNRB à travers les différentes formes d'exploration proposées (à pied, à vélo, en chaland, en calèche). Enfin, la localisation des campings en front de mer, dans un contexte de recul du trait de côte et d'élévation du niveau marin, les rend directement vulnérables à l'évolution future de ces aléas. Cap Atlantique La

9 < https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/loire-atlantique-r1217.html >

10 < https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0006301217 >

11 ARS Pays de la Loire, < https://www.pays-de-la-loire.ars.sante.fr/letude-de-zone-sur-5-communes-de-saint-nazaire-agglo-se-poursuit >

12 < https://www.cap-atlantique.fr/linstitution/lagglo-lessentiel/les-chiffres-cles >

Baule-Guérande Agglo en compte 56[13], dont une partie demeure directement vulnérable à cet aléa.

D. Un approvisionnement en eau contraint

L'approvisionnement en eau potable est contraint du fait d'un approvisionnement en partie externe. C'est notamment le cas pour les territoires littoraux (SNA et CAP Atlantique) qui s'approvisionnent pour partie tous deux dans les deux fleuves délimitant le territoire de la Réserve :

- La Vilaine (auprès d'Eaux et Vilaine) ;
- La Loire (par l'intermédiaire de Nantes Métropole).

À travers une Délégation de Service Public, Cap Atlantique a délégué à SEPIG Eau l'exercice de plusieurs compétences dont « *l'achat (auprès d'Eaux Vilaine principalement et de Saint Nazaire Agglo et Nantes Métropole pour sécuriser en cas de problème), la distribution et le stockage de l'eau potable* »[14]. Eaux & Vilaine, organisme public chargé de la politique de l'eau et des milieux aquatiques sur le bassin de la Vilaine, est propriétaire de l'usine d'eau potable du Drézet, située sur la commune de Férel qui constitue la principale source d'approvisionnement en eau potable pour Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo.

Contrairement à cette dernière, Saint-Nazaire Agglomération exerce la compétence eau potable en régie mais connaît des réalités similaires puisqu'elle s'approvisionne, pour plus de la moitié de sa consommation en eau potable, en dehors de son territoire : 45% de la nappe de Campbon[15] (Saint-Nazaire Agglomération), 28 % de la Loire (Nantes Métropole), 27 % de la Vilaine (Eaux et Vilaine) provenant de l'usine du Drézet précédemment évoquée et située sur le territoire de Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo. Le schéma départemental de sécurisation de l'alimentation en eau potable de Loire-Atlantique a conduit à connecter les territoires entre Nantes Métropole et Cap Atlantique sur les enjeux d'approvisionnement en eau potable.

Le Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois, quant à lui, est autonome sur son alimentation en eau potable qui est assurée par deux usines d'eau potable gérées par Atlantic'eau (le syndicat mixte auquel les compétences transport et distribution d'eau potable ont été déléguées) situées sur le territoire : Trigodet à Saint-Gildas-des-Bois et Bovieux à Missillac[16].

---

13 < https://www.cap-atlantique.fr/entreprendre/un-territoire-attractif/le-tourisme >

14 < https://www.cap-atlantique.fr/services-a-la-population/leau-potable/les-acteurs-de-leau-potable-sur-le-territoire >

15 < https://www.saintnazaireagglo.fr/wp-content/uploads/sites/2/2025/02/2025_Guide-MAF_Eau_BD_Web.pdf >

16 < https://www.cc-paysdepontchateau.fr/eau-potable/ >

E. Une riche biodiversité prenant place dans des milieux naturels diversifiés

Le territoire de la Réserve de biosphère possède un patrimoine naturel remarquable, « *les surfaces artificialisées représentent 18 % du territoire de la Réserve de Biosphère* »[17]. Ce territoire comprend 9 sites Natura 2000 (terre et mer), 2 sites Réserves Naturelles Régionales (RNR), 7 Espaces Naturels Sensibles (ENS), 11 sites du Conservatoire du Littoral, 2 sites du Conservatoire des espaces naturels. Forte d'une très grande hétérogénéité (marais tourbeux, marais salants, estuaires, littoral et estrans, bocage), la biodiversité du territoire de la Réserve de biosphère repose en partie sur celle présente sur le périmètre du PNRB. Ce dernier « *est constitué pour moitié de zones humides : les marais du Mès, au nord-ouest, et le grand ensemble des marais du Brivet et de Brière, au centre et à l'est* »[18] ainsi que de territoires bocageux et des coteaux guérandais. Le PNRB et l'ensemble de ces zones humides servent d'habitat à de nombreuses espèces avifauniques ou floristiques menacées d'extinction : le Butor étoilé, la Guifette noire, la Gorgebleue à miroir blanc, le Faux Cresson de Thore pour les plantes ou encore la Loutre d'Europe et l'Anguille européenne.

Les sols tourbeux présent sont issus du maintien dans une nappe d'eau superficielle de la végétation morte, qui se décompose alors très lentement. Les tourbières des marais de Brière et du Brivet sont majoritairement composés d'hélophytes, et leur formation a commencé il y a environ 6000 ans. Les tourbières jouent un rôle important dans la régulation du cycle de l'eau à l'échelle du territoire. Le battement de la nappe doit cependant être limité, pour garantir la conservation de la tourbe. La préservation des marais tourbeux renvoie à l'enjeu d'atténuation du changement climatique puisque « *1 hectare de tourbière stocke entre 500 et 700 tonnes de carbone, pour chaque mètre de tourbe accumulé (…) Il s'agit des écosystèmes possédant la plus forte densité de carbone* ». Lorsque les milieux tourbeux ne sont plus saturés en eaux (pour diverses raisons : sécheresse prolongée, drainage pour stabiliser le sol afin de l'artificialiser ensuite, etc.), ils s'assèchent et disparaissent. La dégradation continue des tourbières du PNRB pourrait mener à les considérer non plus comme un puit de carbone mais comme une source d'émission de gaz à effet de serre. Une étude menée par Saint-Nazaire Agglomération est en cours à ce sujet dans le cadre de son Plan Marais. Les premières estimations font état d'une surface de tourbe de 12 000 ha, avec une épaisseur moyenne de 1,5m, dont la dégradation par des processus biologiques pourrait conduire à des émissions annuelles de GES de l'ordre de 180 000 tonnes $eqCO_2/an$. La pose d'une tour à flux, et l'analyse contextualisée des mesures de gaz à effet de serre

[17] LUTH Médiations, « Plan d'action opérationnel 2024-2026 - Réserve de biosphère entre Loire & Vilaine », mars 2024

[18] Aurélien Boulet, « Maintenir et valoriser les habitats naturels prairiaux des marais du Parc naturel régional de Brière par l'élevage extensif », Fourrages (2007), 189, pp.51-64

locaux sur 2026 permettront de vérifier ces hypothèses et d'affiner la quantification dans les années à venir.

À cette diversité biologique du PNRB, il faut ajouter celle de l'ensemble des zones littorales de Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo et celle de Saint-Nazaire Agglomération, inclues dans le périmètre de la Réserve de biosphère. L'ensemble de ce patrimoine naturel fait l'objet d'exploitation humaine (pêche, loisir, etc.), susceptible d'occasionner une pression sur ces milieux.

F. Un équilibre du cycle de l'eau organisé autour d'intérêts divers

L'eau occupe une place centrale sur le territoire de la Réserve de biosphère, elle le structure (façade littorale atlantique, estuaire de la Loire, estuaire de la Vilaine) et le traverse de toutes parts : océan, marais, canaux, cours d'eau (ruisseaux, rivières ou fleuves). 15,97 % du territoire est composé de marais et zones humides (31 000 ha[19]) et il est traversé par un linéaire de 2 000 km de cours d'eau et canaux. Du cycle de l'eau dépendent un nombre d'activités importantes sur le territoire : élevage de marais, pêche à pied et pêche en mer, conchyliculture, activité salicole, chasse, pêche de loisir, tourisme et loisirs. Les interactions entre l'homme et l'eau ont façonné les activités du territoire. Dès lors, la gestion hydraulique des niveaux d'eau, notamment sur le périmètre du PNRB, doit respecter des intérêts nombreux et parfois divergents : les niveaux d'eau nécessaires à la pêche, la chasse et les activités de promenade en chalands peuvent être bien plus élevés que ceux nécessaires à l'agriculture en fonction de la temporalité saisonnière. Dans ce cadre, le Syndicat du Bassin Versant du Brivet (SBVB) régule les niveaux d'eau sur l'ensemble du périmètre de ce bassin versant comprenant le périmètre du PNRB, mais aussi :

- Une partie de l'estuaire de Saint-Nazaire Agglomération et de la Communauté de communes Estuaire et Sillon au sud ;
- La commune de Bouvron (Pays de Blain Communautés) et les communes du Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois comprises dans le périmètre de la Réserve de biosphère.

La régulation des niveaux d'eau se fait via 19 ouvrages mécanisés (18 sont gérés directement par le SBVB parmi lesquels 9 sont automatisés par télégestion) qui « *compartimentent les marais du territoire et permettent la régulation des entrées et des sorties d'eau* »[20] vers l'estuaire de la Loire.

[19] LUTH Médiations, « Plan d'action opérationnel 2024-2026 - Réserve de biosphère entre Loire & Vilaine », mars 2024

[20] Syndicat Bassin Versant du Brivet, « La gestion hydraulique », [en ligne], < https://www.sbvb.fr/les-missions-du-sbvb/la-gestion-hydraulique/ >

G. Une façade maritime à l'écosystème et aux activités économiques singulières

Les nombreuses activités présentes sur la façade littorale du territoire de la Réserve et l'exposition de cette dernière aux aléas de submersion et d'érosion côtière rendent la partie côtière du territoire vulnérable à des risques climatiques variés.

Tout d'abord la conchyliculture, secteur emblématique et clé du territoire de Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo (présente sur les secteurs de Pénestin et Loire-Atlantique Nord) représente environ « *7 000 tonnes de production conchylicoles annuelle (moules, coques, huîtres, palourdes)* »[21], 51 entreprises et 240 emplois.

Toujours sur le territoire de Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo, l'exploitation des marais salants situés à Guérande, Batz-sur-Mer, La Turballe, Mesquer, Saint-Molf et Assérac constitue une activité économique importante pour le territoire. En effet, 300 paludiers y travaillent, la coopérative « *Les salines de Guérande* » réalise annuellement 24 millions d'euros de chiffre d'affaires commercial[22]. 70% des établissements salicoles des Pays de Loire sont situés sur le territoire de la Réserve. Ils produisent la majorité du sel artisanal français (qui représente une petite partie de la production de sel française) [23]. Les marais de Guérande et du Mès occupent une surface de 2 500 ha[24].

Lorsque des brèches se forment dans les ouvrages (lors de la survenue de tempêtes par exemple), les marais salants sont soumis au risque de submersion marine. Face à cet enjeu, le recul ou la relocalisation de l'activité apparaissent être des solutions limitées.

De manière générale, que cela soit sur la partie littorale de Cap Atlantique ou de SNA, l'occupation du sol demeure une vulnérabilité territoriale prépondérante. La forte urbanisation du littoral accroît la vulnérabilité de nombreuses activités (touristiques, services, industries, activités portuaires notamment) à cet aléa de submersion marine.

Enfin, de par sa large façade maritime, le territoire de la Réserve de biosphère comporte une importante biodiversité marine dont la préservation constitue un enjeu majeur du territoire. Cette façade maritime et les espèces présentes impliquent également la présence d'activités de pêche sur le territoire à travers la présence des ports du Croisic et de la Turballe. Les

[21] < https://www.cap-atlantique.fr/entreprendre/la-dynamique-maritime/la-conchyliculture#:~:text=La%20conchyliculture%20est%20embl%C3%A9matique%20du,repr%C3%A9sente%20un%20secteur%20%C3%A9conomique%20important >

[22] < https://www.cap-atlantique.fr/entreprendre/la-dynamique-maritime/la-saliculture >

[23] < https://www.paysdelaloire.fr/sites/default/files/2023-06/Plan_d%27action_sel.pdf >

[24] SCoT CAP Atlantique La Baule Guérande agglomération, septembre 2025, p.7, < https://www.cap-atlantique.fr/app/uploads/sites/6/2025/10/CAP-Atlantique-EP-revision-SCoT-rapport-conclusions-avis-CE-22-octobre-2025.pdf >

impacts du changement climatique sur ces enjeux font l'objet d'un encart dédié en p48.

H. Une population vulnérable et exposée à des impacts sanitaires

Les communes composant la Réserve de biosphère présentent une forte hétérogénéité de structure de leur pyramide des âges. De manière générale d'abord, la moyenne totale de la part des populations âgées de 60 ans ou plus au sein de chaque EPCI du territoire est de 28,14 %[25] de la population totale, légèrement supérieure à la moyenne nationale de 27 %[26] en 2021. Sur le territoire de la Réserve de biosphère, le pic de population âgée se situe sur Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo avec 42,2 % de la population de cette collectivité ayant 60 ans ou plus[27]. Cette vulnérabilité territoriale est vouée à s'accroitre au regard des projections démographiques qui font état d'une accentuation du phénomène de vieillissement de la population sur le périmètre de la Réserve de biosphère. Dans ce cadre, l'Observatoire du Département de Loire-Atlantique projette à horizon 2037, pour chaque EPCI de la Réserve, un vieillissement de la population, passant soit : par une hausse annuelle moyenne du nombre de personnes âgées de 60 ans ou plus davantage importante que la hausse du nombre de jeunes de moins de 20 ans (Saint-Nazaire Agglomération, Communauté de communes Estuaire et Sillon)[28] ; soit par une baisse du nombre de jeunes de moins de 20 ans et une hausse du nombre de personnes âgées de 60 ans et plus (Cap Atlantique, Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois, Pays de Blain Communauté). La tendance est confirmée également à horizon 2050 par un rapport de l'Agence d'urbanisme de la région de Saint-Nazaire (ADDRN) qui met en avant un vieillissement de la population pour tous les EPCI du territoire de la Réserve, en rappelant qu' « *avec 24 %, le duo Estuaire et Sillon et Pontchâteau - Saint-Gildas-des-Bois est le seul pour qui la part des 65 ans et plus serait inférieure à la valeur nationale (27 %)* »[29] tout en précisant, concernant Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo notamment, que le territoire possède « *une façade littorale attractive pour les seniors et nombreux sont ceux qui viennent s'y*

[25] Calcul réalisé via la partie « Évolution et structure de la population en 2022 » du recensement de la population par l'INSEE pour les 5 EPCI du territoire.

[26] < https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2022-12/AAS22-Fiche%2011%20-%20Les%20personnes%20%C3%A2g%C3%A9es%20et%20leurs%20ressources.pdf >

[27] Voir < https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=EPCI-244400610 >

I)

[28] L'Observatoire de Loire-Atlantique, Fiches projections démographiques 2022 – 2037, < https://observatoire.loire-atlantique.fr/upload/docs/application/pdf/2026-01/epci.pdf >

[29] ADDRN, < https://addrn.fr/app/uploads/2021/09/barometre07_projectionsPopulation_V3.pdf?fbclid=IwY2xjawLrlh5leHRuA2FlbQIxMABicmlkETBlU2NyR0xtZDQ5RlhuRDB2AR5Y4HRlhBpsdUqaFDz63Vt0maMG0wTiKWu0fz6DpxrF7UFAC1bUhc9EdrEtuQ_aem_zMx1X_cz4IzX6Eb3-gBvtQ >

installer à l'issue de leur vie active. L'excédent des 60-80 ans apparaît nettement par rapport à la situation nationale »[30].

La présence de populations âgées sur le territoire accentue également un autre facteur de vulnérabilité à l'évolution de certains aléas propres aux changements climatiques : le nombre de personnes concernées par une maladie cardio-neurovasculaire. À Saint-Nazaire Agglomération, l'indice relatif aux personnes prises en charge pour maladies cardio-neurovasculaires est supérieur à la moyenne nationale. La collectivité en compte 11 560[31] (dont 8 670 pour la population de 65 ans et plus et 2 740[32] pour la population entre 25 et 65 ans). S'agissant uniquement des populations atteintes de maladies cardio-neurovasculaires, le Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois compte 2 780 prises en charge, ce qui, en part de population est supérieur à la moyenne nationale.

D'autres populations présentes sur le territoire de la Réserve sont également exposées à plusieurs impacts sanitaires renforcés par les effets du changement climatique : les enfants, les femmes enceintes et les personnes précaires sont particulièrement sensibles à la dégradation de l'environnement. Ces catégories peuvent être exposées à des facteurs d'inégalités territoriales de santé (difficulté d'accès au soin, exposition à un environnement pollué) dont les effets peuvent se cumuler (effet dit « cocktail ») : par exemple les populations précaires résident davantage dans des habitats insalubres, connaissent souvent un accès aux espaces verts moindre, sont davantage exposés à la pollution atmosphérique et sonore, bénéficient d'un accès au soin parfois limité, etc.

Concernant la qualité de l'air, parmi les stations présentes en Région Pays de la Loire, celles situées à Saint-Nazaire enregistrent le plus de mesures dégradées des indices de qualité de l'air en 2024. La qualité de l'air y a été moyenne 85 % du temps (contre 79 % en 2023, dénotant tout de même une nette amélioration) et dégradée 12 %[33] du temps. Toujours à Saint-Nazaire (sur la station périurbaine de Gaspard), la concentration moyenne annuelle d'ozone, accrue par le réchauffement climatique, est comprise sur la période 2011-2024 entre 60 µg/m3 et 70 µg/m3[34], supérieure à la moyenne régionale comprise entre 54 µg/m3 et 60µg/m3.

[30] Ibid.

[31] PISSTER, « Panier d'indicateurs socio-sanitaires territoriaux 2024 – Région nazairienne et de l'Estuaire », [en ligne], < https://www.orspaysdelaloire.com/PISSTER/index.html?geog=2&select=244400644 >

[32] PISSTER, « Panier d'indicateurs socio-sanitaires territoriaux 2024 – Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois », [en ligne], < https://www.orspaysdelaloire.com/PISSTER/index.html?geog=2&select=244400644 >

[33] Air Pays de la Loire, « Rapport annuel 2024 », p.44, [en ligne], < https://www.airpl.org/sites/default/files/reports/APL_RapportAnnuel-2024_BD.pdf >

[34] Ibid.p.35

I. Un développement urbain exerçant une pression sur les milieux naturels

Sur le territoire de la Réserve de biosphère, 1440 ha ont été artificialisés entre 2009 et 2024, dont 66 % de cette consommation d'espace destinée à l'habitat[35]. Les communes suivantes représentent à elles seules 44 % de cette consommation d'Espaces Naturels, Agricoles et Forestiers (ENAF) : Saint-Nazaire, Guérande, Montoir-de-Bretagne, Donges, Pénestin, Herbignac et Pontchâteau.

La Réserve de biosphère est un territoire globalement attractif puisqu'en croissance démographique selon les projections réalisées par l'ADDRN pour 2050 et par le Département pour 2037 - voir supra. Cette croissance démographique ainsi que la baisse du nombre de personnes par ménages entrainent une augmentation des besoins en logements sur le territoire. Plus spécifiquement, la Réserve possède « *une façade littorale attractive pour les seniors et nombreux sont ceux qui viennent s'y installer à l'issue de leur vie active* »[36], accentuant ainsi cet accroissement de la demande en logements sur le territoire. Également, l'accroissement démographique peut conduire à un redimensionnement de certaines infrastructures et donc augmenter davantage la consommation d'espaces. Ce dernier intervient cependant dans un contexte réglementaire marqué par les impératifs de sobriété foncière fixés par le Zéro Artificialisation Nette (ZAN).

L'ensemble de ces aménagements risquent d'accentuer les pressions exercées sur les milieux naturels présents sur le territoire et dont la préservation et l'exploitation maîtrisée en constitue l'identité.

[35] CEREMA, Fichiers fonciers de consommations d'ENAF

[36] ADDRN, « La population à l'horizon 2050 », op.cit.

II) Introduction à l'adaptation aux effets du changement climatique

L'adaptation au changement climatique est définie par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) dans son sixième rapport comme une « *démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu ainsi qu'à ses conséquences, de manière à en atténuer les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques* »[37]. En prolongement de cette définition, le GIEC précise les différents régimes d'adaptation existants : « *anticipative* », « *réactive* », « *incrémentale* » et « *transformationnelle* ». Dans ce dernier cas, l'adaptation renvoie au fait que « *les attributs fondamentaux d'un système socio-écologique sont modifiés en prévision du changement climatique et de ses conséquences* »[38]. À la lumière de ce complément apporté à la définition, on comprend que la nature des ajustements adaptatifs ne doit pas être conçue uniquement comme une succession de réponses palliatives à des catastrophes exceptionnelles, ajustant la société à la survenue occasionnelle d'extrêmes climatiques. Des modifications de long terme des conditions climatiques impliquent des changements de nature systémiques dans le cadre des politiques publiques d'adaptation. L'adaptation réexamine les fondements structurels de nos systèmes humains, c'est pour cela qu'elle est éminemment systémique, parce qu'elle touche à l'organisation des structures sociales et physiques d'une société. Dans ce contexte, la gestion et la redistribution des ressources entre les individus et pour les différents usages, l'organisation et l'aménagement des systèmes urbains sont requestionnés. Les réponses qui en découlent sont autant de choix qui viennent bouleverser nos modes de vie, nos usages, nos manières d'habiter la ville au quotidien (etc.).

I.1. Le processus de caractérisation du risque climatique

L'adaptation constitue une réponse par rapport aux aléas climatiques qui correspond à « *un événement météorologique susceptible d'engendrer des dommages (vague de chaleur, inondation ou sécheresse par exemple)* »[39].

[37] IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

[38] Ibid.

[39] Ilian Moundib, « Comment s'adapter à la crise climatique ? Placer la France sur la voie d'un développement résilient », Institut Rousseau, novembre 2022, [en ligne], < https://institut-rousseau.fr/comment-sadapter-a-la-crise-climatique/#_ftnref8 >

À ce titre, l'adaptation au changement climatique permet aux sociétés humaines d'anticiper et de se préparer aux effets néfastes engendrés par l'accroissement d'un risque climatique futur sur un territoire donné. Ce risque climatique est caractérisé et quantifié par « *la conjugaison d'aléas qui se transforment, en intensité et en fréquence, et des dynamiques sociales, démographiques et économiques qui modifient l'exposition et la vulnérabilité* »[40].

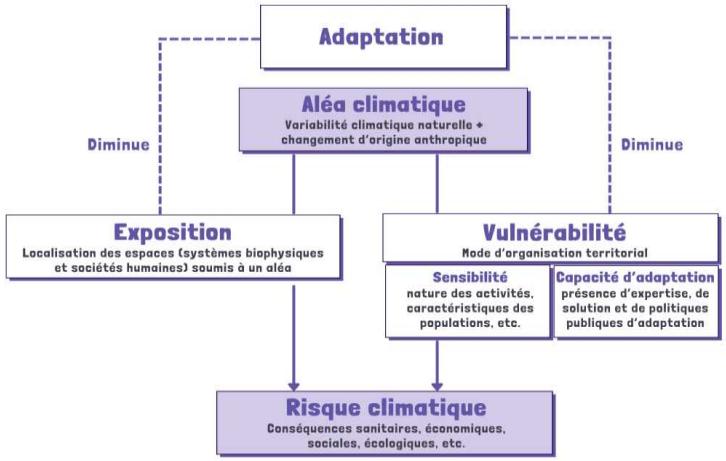


Figure 1 Schéma de caractérisation du risque climatique - Réalisation : Intermezzo

Ainsi, le champ de l'adaptation contribue à réduire la vulnérabilité et l'exposition des sociétés humaines et des écosystèmes aux changements climatiques, quand le champ de l'atténuation du réchauffement climatique permet de limiter l'occurrence et l'intensité des aléas climatiques ; ces deux politiques publiques doivent être menées conjointement pour agir sur les risques climatiques auxquels nos sociétés font face.

I.2. Quelques définitions

Les définitions suivantes sont issues du rapport du GIEC[41] sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C.

Adaptation

Pour les systèmes humains, démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu ainsi qu'à ses conséquences, de manière à en atténuer les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, démarche d'ajustement au climat actuel ainsi qu'à ses conséquences ; l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu et à ses conséquences.

Aléa

Éventualité d'une tendance ou d'un phénomène physique, naturel ou anthropique, susceptible d'entraîner des pertes en vies humaines, des blessures ou d'autres effets sur la santé, ainsi que des dégâts et des pertes touchant les biens, les éléments d'infrastructure, les moyens de subsistance, la fourniture de services, les écosystèmes et les ressources environnementales.

[40] Haut Conseil pour le Climat, Rapport annuel 2021, « Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation », p.131, [en ligne], < https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/06/HCC_rapport-annuel_0821.pdf >

[41] < https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_french.pdf >

Exposition
Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un cadre susceptible de subir des dommages.

Vulnérabilité
Propension ou prédisposition à subir des dommages. La notion de vulnérabilité englobe divers concepts et éléments, tels que la sensibilité ou la fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter.

Résilience
Capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux à faire face à une évolution, à une perturbation ou à un évènement dangereux, permettant à ceux-ci d'y répondre ou de se réorganiser de façon à conserver leur fonction, leur identité et leur structure fondamentales tout en gardant leurs capacités d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.

Capacité d'adaptation

Faculté d'ajustement des systèmes, des institutions, des êtres humains et d'autres organismes, leur permettant de se prémunir contre d'éventuels dommages, de tirer parti des opportunités ou de réagir aux conséquences.

I) État des lieux du changement climatique global

I.1. Le changement climatique à l'échelle mondiale

A. Un changement climatique à l'œuvre depuis la révolution industrielle

Si le climat de la terre a toujours connu des variations, depuis l'avènement de la première révolution industrielle, sa variabilité est imputable au fonctionnement des sociétés humaines. Cette variabilité se manifeste en l'espèce par un réchauffement global des températures terrestres et océaniques. Dans certains États, le basculement d'une société agraire et artisanale vers une société industrielle (au sein desquelles même les activités agricoles se mécanisent) et de consommation a conduit à augmenter les émissions de gaz à effet de serre. En effet, la mécanisation et la massification de la production (notamment de fer, d'acier ou de ciment) s'appuient sur des engins et des processus qui nécessitent l'extraction et la combustion d'importantes quantités d'énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), fortement émettrices de gaz à effet de serre. L'accumulation des gaz à

effet de serre dans l'atmosphère retient une partie des rayonnements infrarouges émis par la Terre (issus de la réflexion d'une partie du rayonnement solaire qu'elle reçoit) qu'elle lui renvoie, contribuant ainsi à augmenter sa température.

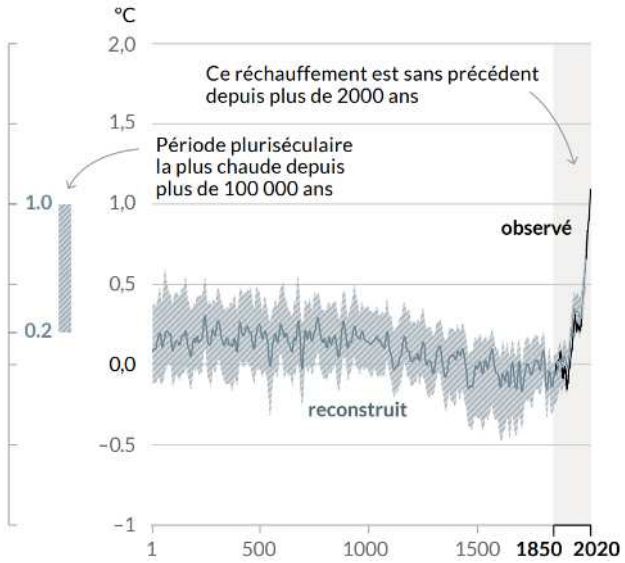


Figure 2 - Changement de la température à la surface du globe (moyenne décennale) reconstruit (1-2000) et observé (1850–2020) – 6ème rapport d'évaluation du premier groupe de travail du GIEC, Résumé à l'intention des décideurs , 2021

Parallèlement, l'exploitation intensive des ressources naturelles, qui croît progressivement depuis la première révolution industrielle, contribue à l'effondrement des espaces naturels et de leurs services écosystémiques (notamment en matière de stockage du carbone) appuyant en retour la dynamique de réchauffement climatique constaté. Le phénomène d'érosion de la biodiversité, caractérisé par des facteurs non climatiques, est aussi amplifié par le réchauffement climatique : on estime qu'un réchauffement de +3° C par rapport à l'ère préindustrielle, amène à une perte de biodiversité de 20 % à l'échelle planétaire[42].

B. L'accélération du réchauffement climatique mondial depuis les années 1980

La trajectoire mondiale de réchauffement n'est pas linéaire depuis 1850. On constate une accentuation très prononcée de l'augmentation de la température moyenne mondiale depuis le milieu des années 1970. L'analyse de la variabilité climatique est fondée sur les moyennes et les écarts à cette moyenne. Dans le graphique de la Figure 3, l'évolution de la température moyenne mondiale est calculée en référence à la température moyenne mondiale sur la période 1850-1900 (normales climatiques, base de l'anomalie 0). L'ensemble des bases de données effectuant des modélisations météorologiques en

42 < https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/changement-global/articles-scientifiques/rechauffement-climatique-politiques-climatiques#:~:text=Pour%20un%20r%C3%A9chauffement%20%C3%A0%203,%C3%A9cosyst%C3%A8mes%20%C3%A0%20celle%20des%20biomes. >

relevant la température de l'air à l'aide d'images satellites en haute définition (ERAS, Berkeley Earth, HadCRUTS, etc.) convergent sur le constat d'une envolée de la température moyenne mondiale à partir de 1975 par rapport à la même moyenne calculée sur la période 1850-1900. On constate ainsi que sur la période allant de 1850 à 1975, la température moyenne mondiale connait une augmentation dépassant légèrement les +0,2° C par rapport à la moyenne de température sur la période 1850-1900. Tandis que sur la période 1975-2025, on passe d'environ +0,2° C à +1,3° C par rapport à la moyenne de température sur la période 1850-1900, soit une multiplication par 6 de la hausse de la température moyenne mondiale sur une période très courte (cinquante ans seulement).

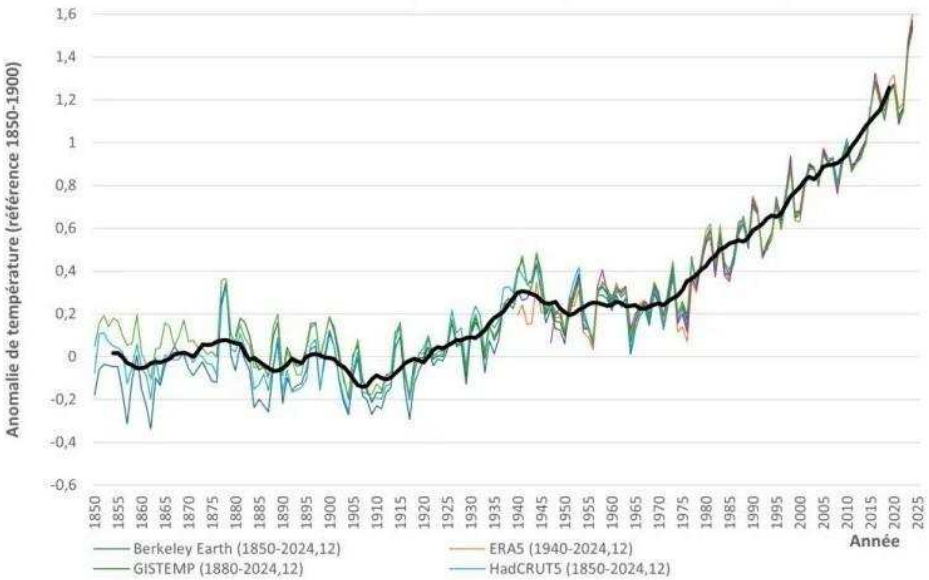


Figure 3 - Évolution des températures moyennes mondiales depuis 1850 - Réalisation : Organisation Météorologique Mondiale (OMM) avec traitement par la Direction générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) - 2025

En 2024, la température mondiale moyenne a été mesurée à +1,55° C par rapport à la température mondiale moyenne de la période 1850-1900[43], en faisant ainsi l'année la plus chaude jamais mesurée sur Terre par rapport à l'ère préindustrielle.

[43] Voir OMM, < https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024 >

C. Focus sur les dynamiques européenne et française de réchauffement

Le continent européen se réchauffe plus fortement que la moyenne mondiale pour différentes raisons. Le rapport sur l'état du climat en Europe en 2024, mené par Copernicus, (le programme spatial de l'Union Européenne) et l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM, agence de l'ONU) met en exergue le fait que la température atmosphérique a augmenté d'environ 1,3° C dans le monde et de 2,4°C en Europe par rapport à la moyenne mondiale sur la période 1850-1900[44]. Plusieurs facteurs climatiques et topographiques expliquent cette asymétrie de réchauffement entre le monde et le continent européen :

- De manière générale, les continents se réchauffent plus vite que les océans qui composent eux 71 % de la surface terrestre ;
- Les conditions atmosphériques de circulation des vents sur le continent européen favorisent les anticyclones (temps sec et sans nuages) en été, multipliant ainsi la récurrence et l'intensité des vagues de chaleurs.

Le niveau annuel de réchauffement des températures s'emballe ces dernières années, y compris par rapport à des normales climatiques proches temporellement, comme l'illustre la figure ci-dessous pour l'année 2024, année la plus chaude jamais enregistrée en Europe[45] (Figure 4).

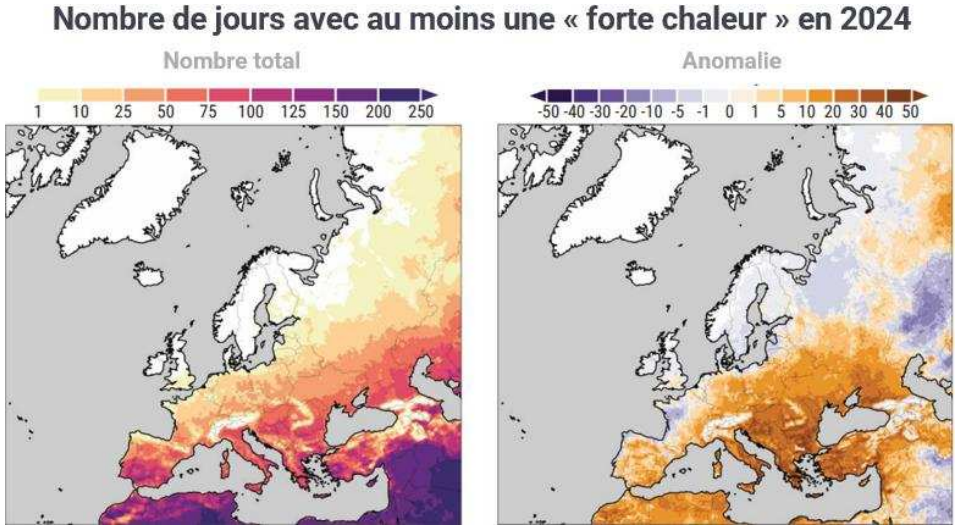


Figure 4 - Nombre de jours avec au moins un « stress thermique fort » en 2024, et anomalies associées, par rapport à la moyenne de la période de référence 1991-2020. Un jour de « forte contrainte thermique » présente une température maximale ressentie, basée sur l'indice thermo climatique universel (UTCI), d'au moins 32°C - Données : ERA5 - European State of the Climate 2024 (Copernicus/OMM)

Outre l'intensité du réchauffement climatique par rapport à la moyenne mondiale, l'Europe est le continent au sein duquel l'accélération de celui-ci se matérialise le plus nettement. Le rapport pré-cité établit que « *de toutes les régions de l'OMM,*

[44] Copernicus Climate Change Service (C3S) et World Meteorological Organization (WMO), avril 2025, « European State of the Climate 2024 », [en ligne] < https://climate.copernicus.eu/esotc/2024 >, p.85

[45] https://www.notre-environnement.gouv.fr/actualites/breves/article/l-europe-se-rechauffe-encore-plus-rapidement-que-le-reste-du-monde

l'Europe est celle qui se réchauffe le plus rapidement, soit environ deux fois plus que la moyenne mondiale »[46]. Ci-dessous (Figure 5), une illustration de la tendance sur la période 1995-2024.

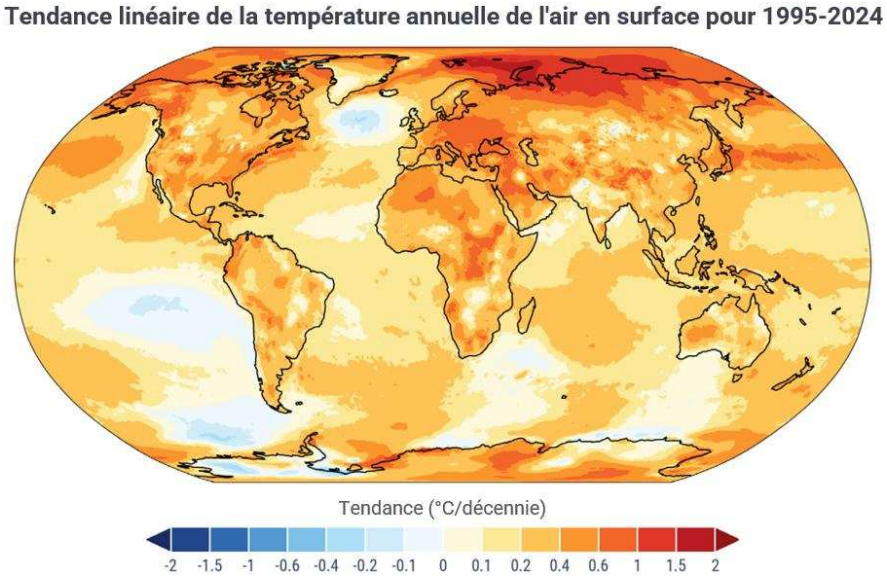


Figure 5 - Évolution de la température annuelle de l'air en surface (°C/décennie) pour 1995-2024 - Données : ERA5 - European State of the Climate 2024 (Copernicus/OMM)

On peut également appréhender ce phénomène à travers la comparaison des *warming stripes* (ou bandes de réchauffement) européenne et mondiale, élaborées par le climatologue Ed Hawkins (l'un des principaux rédacteurs du 6ème rapport du GIEC), qui illustrent l'évolution des températures annuelles par rapport à la moyenne historique (1850-1900). Il s'agit d'une mise en image des anomalies de températures calculées et étudiées précédemment. Les teintes bleues indiquent des températures plus froides ou des anomalies négatives par rapport à la moyenne historique (représentée par une bande blanche), tandis que les teintes rouges représentent des températures plus chaudes ou des anomalies positives.

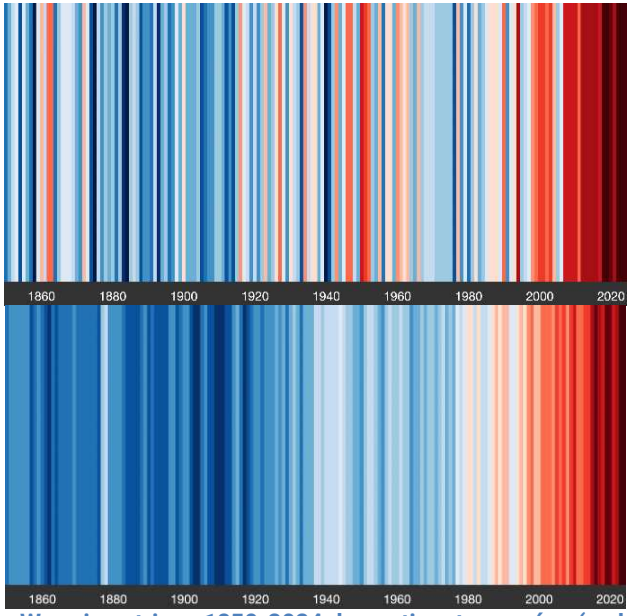


Figure 6 - Warming stripes 1850-2024 du continent européen (en haut) et à l'échelle du globe terrestre (en bas) – University of Reading – Données : Berkeley Earth & ERA5-Land

[46] Ibid. p.85

Plus spécifiquement, la France Métropolitaine, se réchauffe elle aussi plus rapidement que la moyenne mondiale. En effet, par rapport à la période 1961-1990, le réchauffement moyen en France hexagonale et en Corse sur la période 2015-2024 est de +1,9° C[47].

I.2. Des changements déjà à l'œuvre sur la réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine

A. Évolution de la température moyenne

En rétrécissant la focale vers le territoire de la Réserve de biosphère, on constate que ce territoire possède un niveau de réchauffement légèrement inférieur à la tendance moyenne hexagonale. Le graphique ci-dessous (Figure 7) présente l'évolution des températures moyennes annuellement mesurées par la station de Nantes-Bouguenais. Le choix d'étudier les données mesurées par cette station est motivé par le fait qu'il s'agit de la station de mesure la plus proche du territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine possédant un historique de relevés de températures passées suffisant pour établir des normales météorologiques (MétéoFrance considère qu'une normale météorologique peut être caractérisée lorsqu'un paramètre a été mesuré sur une période comprise entre 25 et 30 ans). La caractérisation de normales météorologiques, de températures en l'espèce, permet d'identifier des écarts à ces dernières et ainsi d'en caractériser un niveau de réchauffement par rapport à un seuil de référence. Les valeurs inférieures à la valeur moyenne établie sur la période 1961-1990 (la référence placée à 0,0°C) sont représentées par les histogrammes bleus, les valeurs supérieures par les histogrammes rouges. De 2011 à 2023, l'augmentation de la température annuelle moyenne mesurée sur la station Nantes-Bouguenais par rapport à la même moyenne sur la période 1961-1990 est légèrement supérieur à 1,5° C avec un pic supérieur à 2,5° C pour l'année 2021.

[47] Météo France, via *ClimatHD*, [en ligne], < https://storage.gra.cloud.ovh.net/v1/AUTH_555bdc85997f4552914346d4550c421e/ClimatHD/fr/PASSE/FRA/TEMPE/TM/ANN >

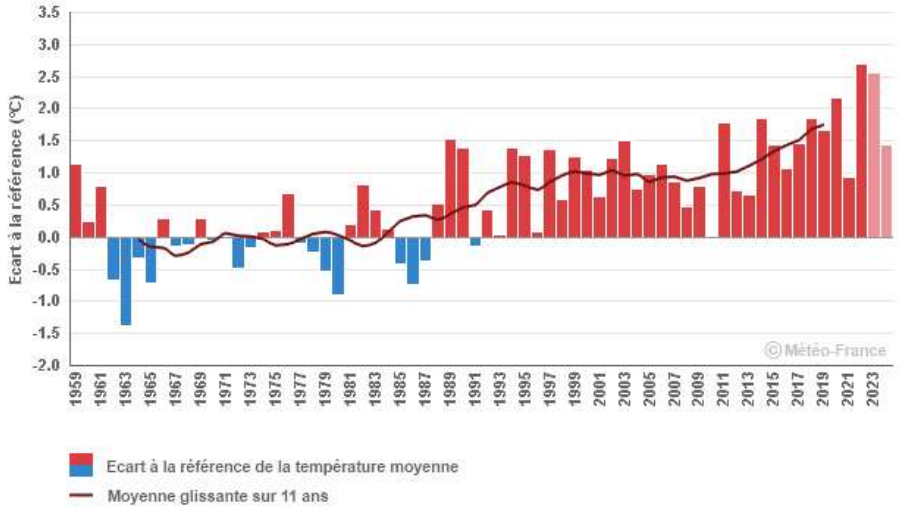


Figure 7 - Température moyenne annuelle mesurée sur la station Nantes-Bouguenais jusqu'à 2023 (écart à la référence 1961-1990) – Source et réalisation : Météo France via Climat HD , 2025

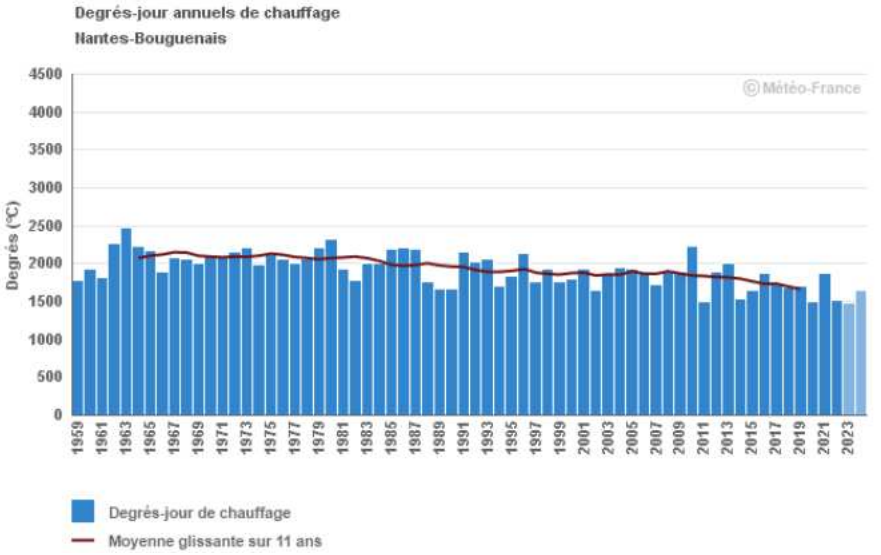


Figure 8: Degrés jours annuel de chauffage - Nantes Bouguenais - Réalisation Source et réalisation : Météo France via Climat HD , 2025

La rigueur climatique évolue à la baisse avec une diminution de degrés-jours, utilisés pour estimer les besoins de chauffage. Les consommations d'énergie liées à cet usage sont donc susceptibles de diminuer même si une partie de cette baisse sera effacée par l'effet rebond.

B. Un territoire déjà soumis à des risques climatiques

Risques et répartition des arrêtés « catastrophe naturelle » pris sur le territoire depuis 1982

Le territoire est soumis à de nombreux risques naturels selon la classification de la base de données GASPAR : Inondation, remontée de nappe, sécheresse, chocs mécaniques liés aux vagues, tempêtes.

Toutes les communes sont soumises à des risques naturels, mais à des degrés divers. Ainsi la commune de Bouvron n'est concernée que par 3 risques, alors que les communes de Guérande et de la Baule-Escoublac le sont pour neuf d'entre eux.

Depuis 1982, le territoire a subi plusieurs catastrophes naturelles d'ampleur, pour lesquelles 159 arrêtés de catastrophes naturelles ont été pris. Parmi ces arrêtés, on dénombre 111 arrêtés liés aux inondation et/ou remontée de nappes (dont 3 relatifs aux remontées de nappe), 27 liés aux chocs mécaniques causés par les vagues, 18 liés à la sécheresse, 3 liés aux tempêtes.

Deux épisodes ont été marquants, il s'agit de la tempête Xynthia en 2010 et de la sécheresse en 2003. Ces évènements concentrent 24 des arrêtés.

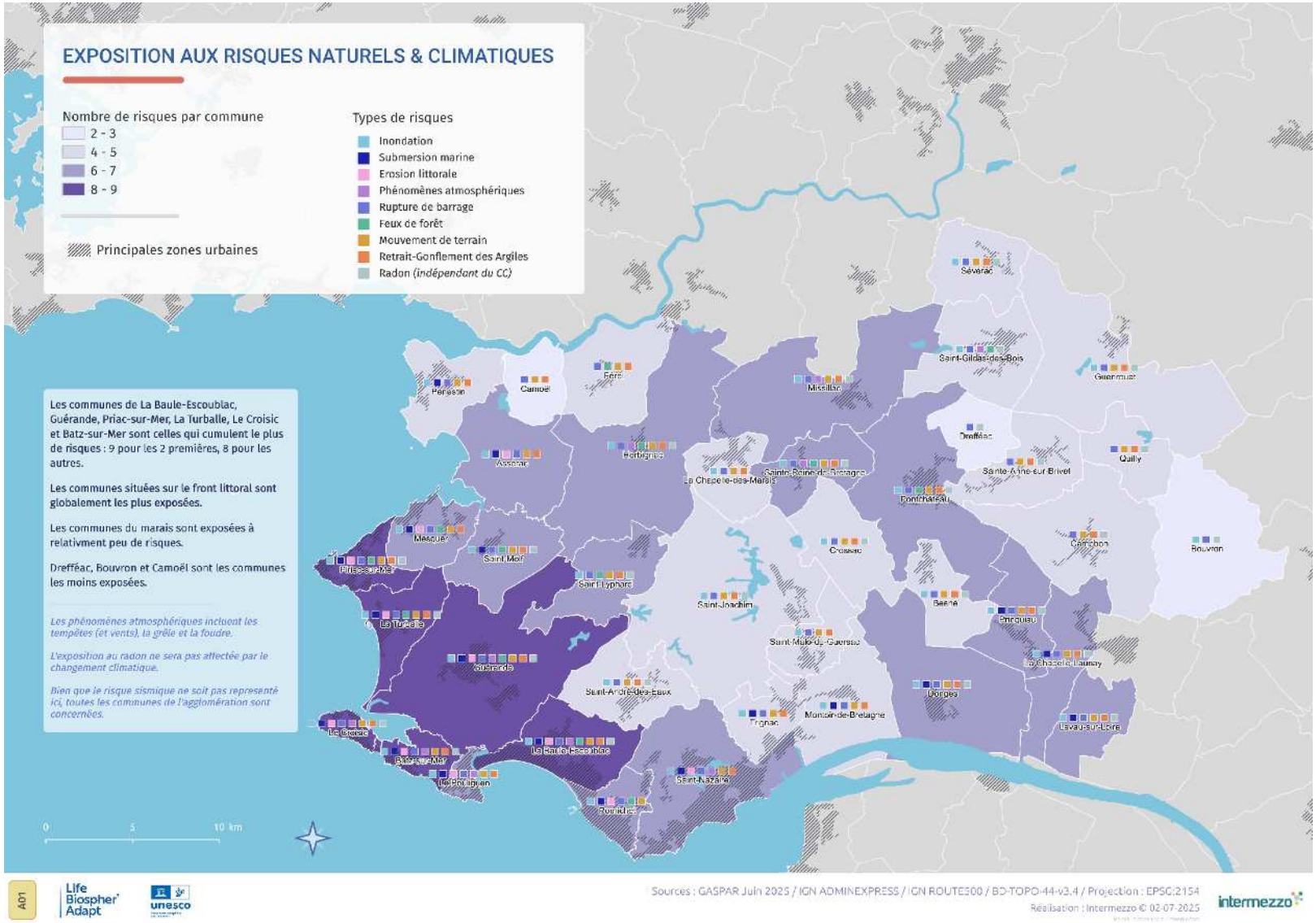


Figure 9 – Identification des risques naturels sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

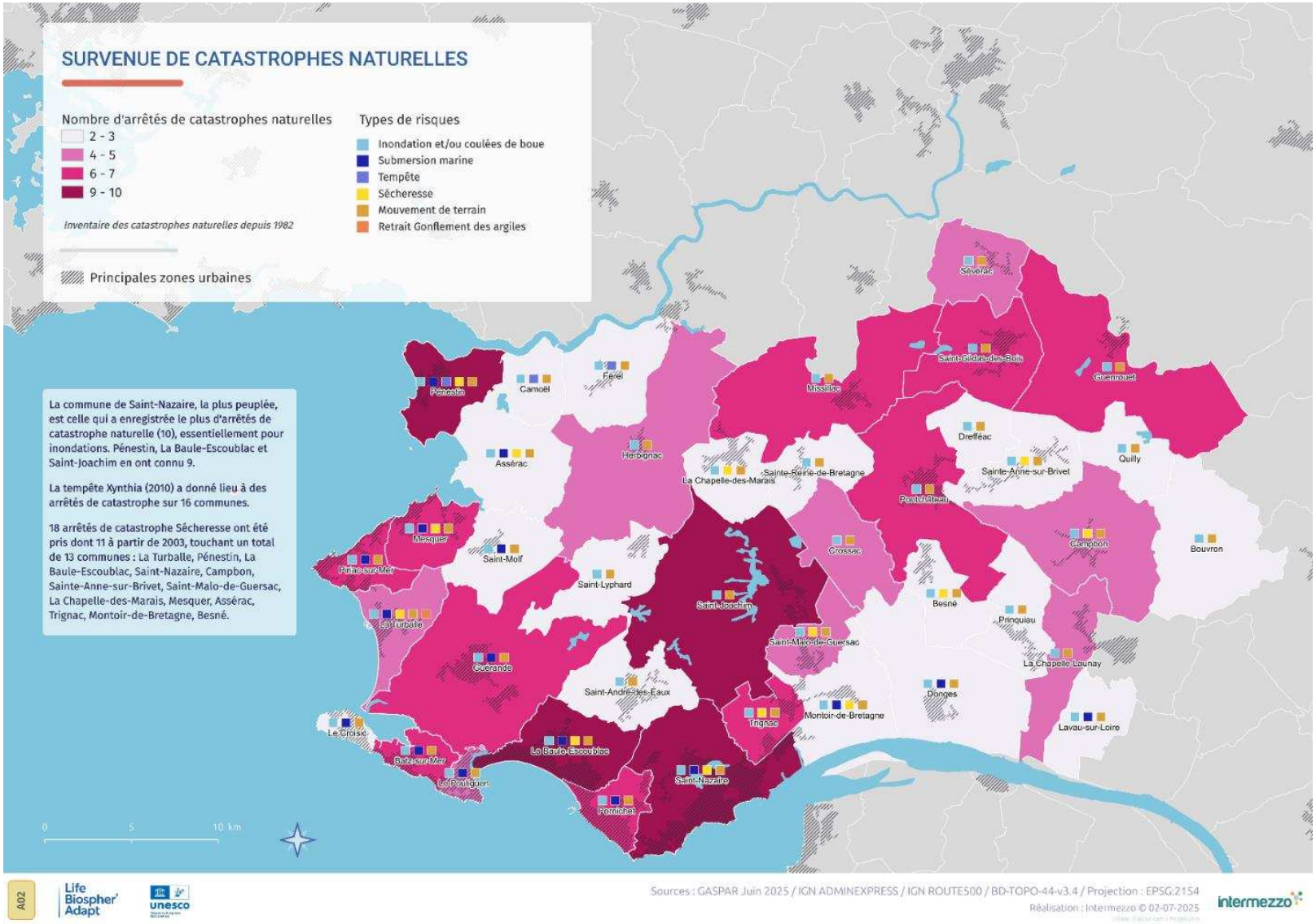


Figure 10 - Survenue de catastrophes naturelles sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

Tempêtes et submersion

Le territoire de la réserve de biosphère a subi plusieurs épisodes notables de tempêtes. La survenue de la tempête Xynthia reste l'évènement de référence qui a profondément modifié la perception et la prévention des catastrophes naturelles sur le territoire. Elle a frappé le littoral atlantique les 27 et 28 février 2010 occasionnant des dégâts matériels très importants sur les littoraux des territoires de Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo et de Saint-Nazaire Agglomération à l'échelle de la Réserve de biosphère. Des brèches ouvertes dans les digues, des infrastructures routières et énergétiques endommagées, des habitations et commerces touchés ont conduit les EPCI à l'adoption de certaines politiques publiques d'adaptation telles que la pose de repères de crues sur les bâtiments emblématiques (Xynthia, Xynthia+20 et +60) ainsi que la réalisation de diagnostics des maisons vis-à-vis du risque inondation et un accompagnement à la réalisation de travaux d'adaptation (batardeaux amovibles, rehausse des prises électriques, garantie d'une sortie manuelle aux logement en cas de coupures d'électricité). D'autres tempêtes ont touché le territoire plus récemment. C'est le cas de la tempête Céline en 2024, qui a entraîné des submersions marines dans la ville du Pouliguen et créé des brèches dans les marais salants de Guérande[48]. Fin 2024 et début 2025, plusieurs tempêtes ont touché le territoire : Éowyn, Herminia, Ivo.

Au niveau national, la conséquence réglementaire directe de la tempête a été la mise en place pour chaque zone littorale concernée, d'un Plan de Protection des Risques Littoraux (PPRL), un dispositif d'État visant à protéger les populations des risques de submersion marine et d'érosion côtière. À l'échelle de la Réserve de biosphère, le PPRL Presqu'île Guérandaise - Saint-Nazaire a été approuvé le 13 juillet 2016 et concerne les communes suivantes : Batz-sur-Mer, Le Croisic, La Baule-Escoublac, Guérande, Pornichet, Le Pouliguen, Saint-Nazaire, La Turballe. Également, le PPRL de la Baie de Pont Mahé a été adopté en avril 2019 et concerne les communes de Assérac, Saint-Molf, Mesquer et Piriac-sur-Mer. CAP Atlantique a adopté fin 2025 la stratégie locale de gestion intégrée du trait de côte.

Du fait de la présence d'industrie lourde, la zone industrialo-portuaire est particulièrement concernée par les aléas de tempêtes et de submersion. Le Grand Port Maritime Nantes-Saint Nazaire est entrée dans une démarche d'adaptation, qui couvre son patrimoine en propre à la fois sur les équipements et sur les métiers. Cette démarche concerne également son foncier avec des occupations temporaires délégués à des acteurs privés ou publics. Le GPM est aussi un gestionnaire d'espaces, y compris naturels.

48 https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/le-pouliguen-44510/le-pouliguen-reconnu-en-etat-de-catastrophe-naturelle-apres-la-tempete-celine-0c4c77aa-053f-11ef-ac12-77c719d0efc9

En complément, la DDTM44 finalise sur la fin de l'année 2025 une étude de modélisation d'aléa submersion, y compris sur des communes non couvertes par des PPRL, des deux côtés de la réserve de biosphère.

Surchauffe urbaine

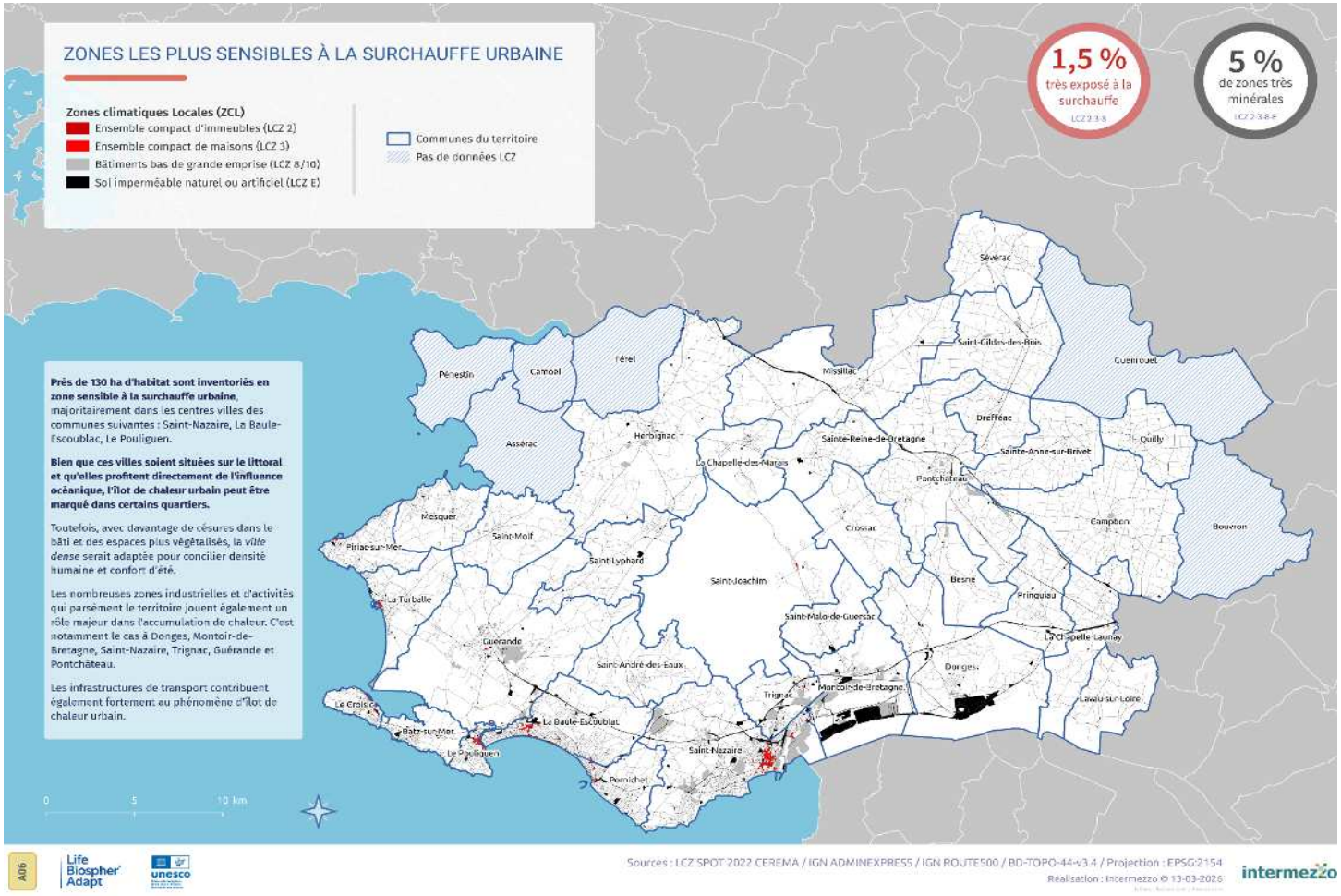


Figure 11 : Zones sensibles à la surchauffe urbaine sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

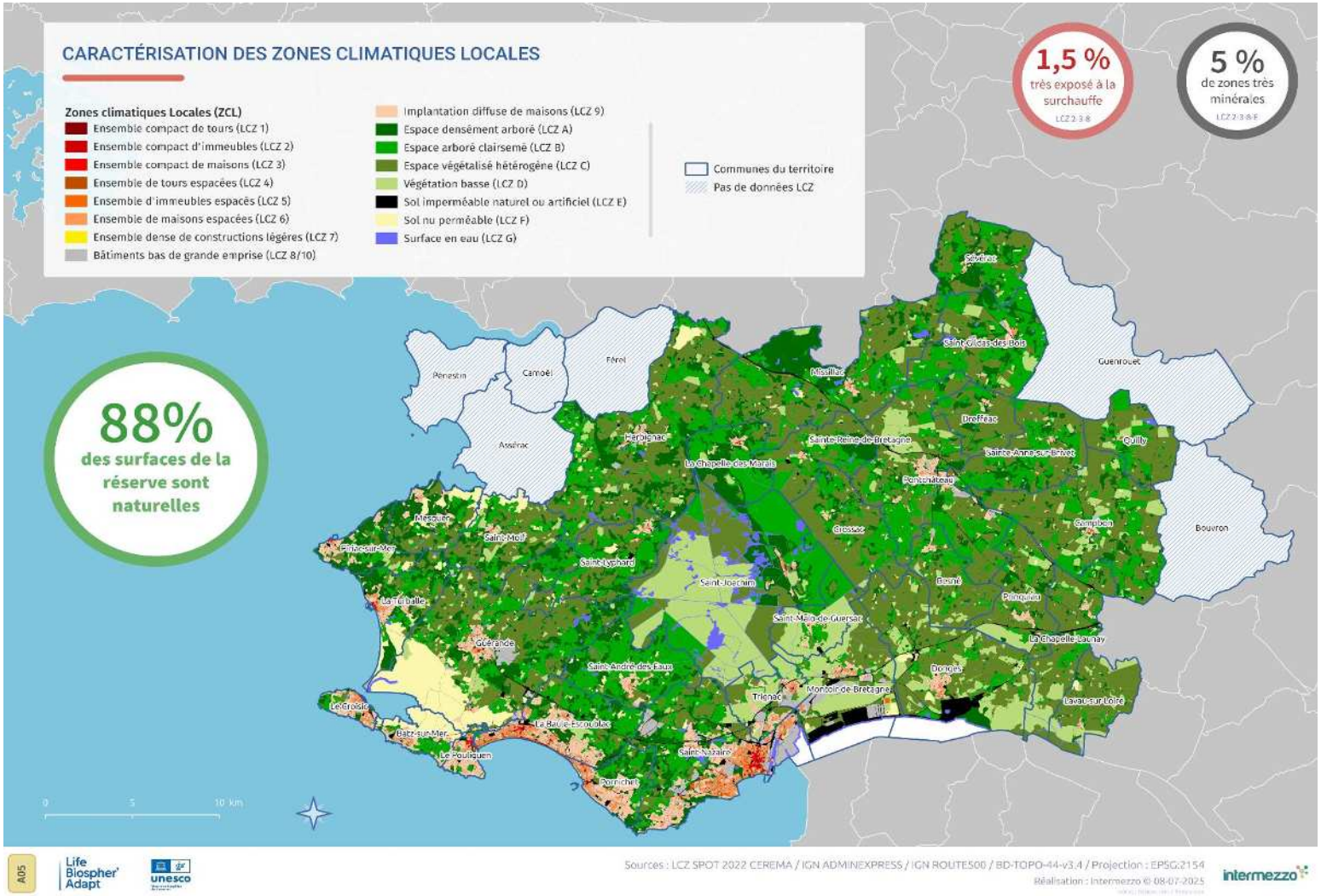


Figure 12 Zones climatiques locales sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

Risque Retrait Gonflement des Argiles (RGA)

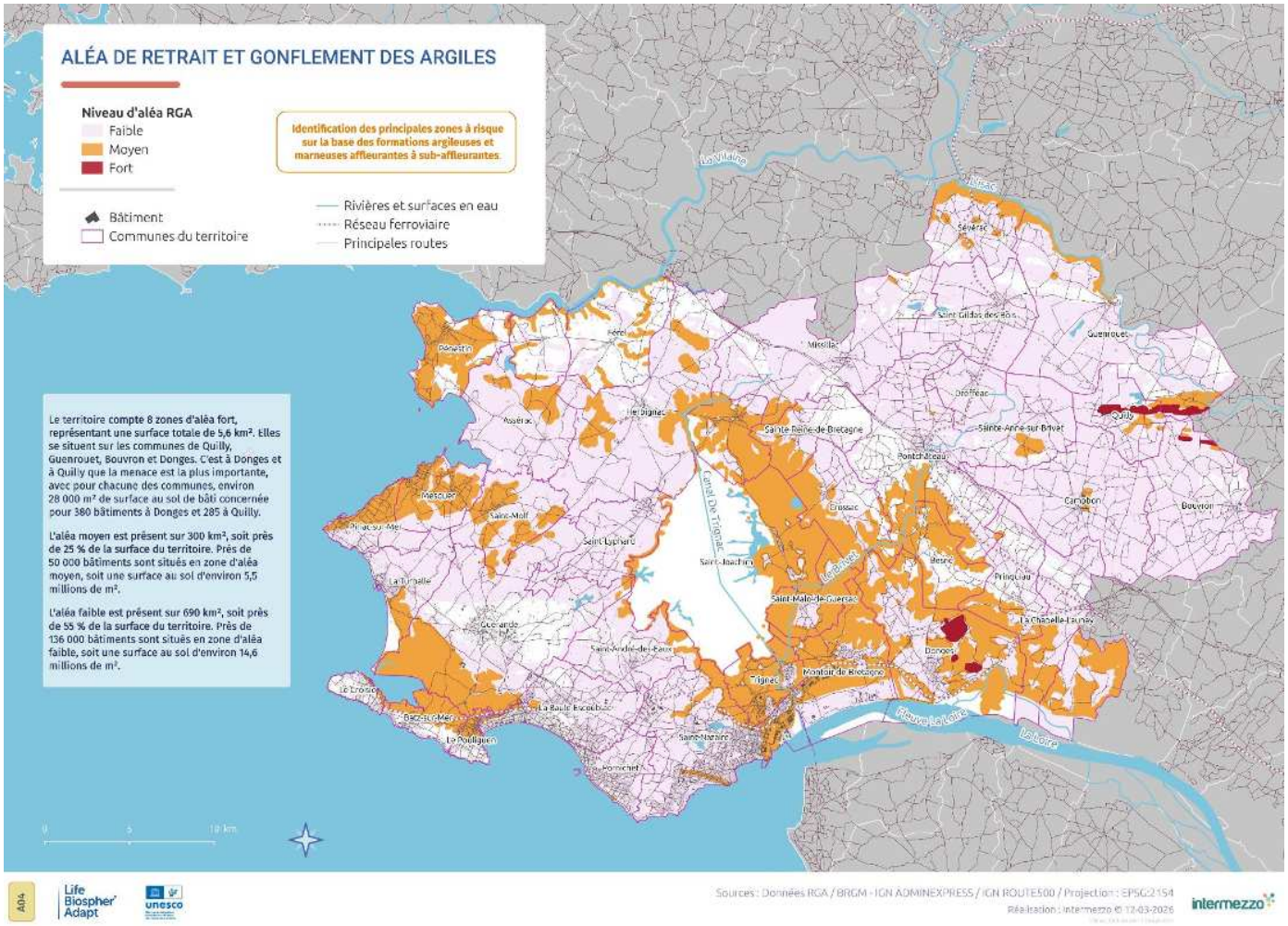


Figure 13 - Zones sensibles au retrait gonflement des argiles sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

Concernant ce risque, des zooms cartographiques territoriaux sur les zones identifiées comme zones à aléa fort (Donges et Quilly) sont disponibles en Annexe de ce document en p95..

Biodiversité

Le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine est couvert par 21 Atlas de la Biodiversité Communaux (ABC) sur lesquels le PNRB a été impliqué.

Dans son rapport sur l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques de 2019, la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques, énonce que les changements climatiques sont la 3e cause de l'extinction de la biodiversité. En outre, les conséquences du changement climatique viennent souvent s'ajouter à celles produites par les autres facteurs d'extinction que sont la modification de l'utilisation des terres et des mers, l'exploitation directe des organismes, la pollution et les espèces exotiques envahissantes. À titre d'exemple, « *le long des côtes, la recrudescence des phénomènes météorologiques extrêmes, l'élévation du niveau de la mer et l'aménagement du littoral devraient entraîner une hausse des fragmentations et des pertes d'habitats* »[49].

Les impacts des changements climatiques sur la biodiversité ne peuvent pas être étudiés de manière linéaire et unilatérale, sans tenir compte leurs interdépendances. En effet, ces deux enjeux sont systémiques, et les rétroactions qu'ils peuvent avoir l'un sur l'autre sont nombreuses. « *Une modification du régime climatique va donc avoir des effets sur les êtres vivants, leur répartition géographique, le fonctionnement des écosystèmes et les cycles biogéochimiques auxquels ils participent. Dans le même temps, la biodiversité et les écosystèmes influencent le climat et participent notamment à la régulation de la température et des précipitations* »[50].

Les différentes listes rouges régionales existantes font déjà état de nombreuses espèces disparues ou menacées, telles que 20 % de la flore vasculaire, 34 % des mammifères terrestres, 32 % des oiseaux nicheurs, 43 % des reptiles, 35 % des amphibiens, 29 % des poissons d'eau douce, 14 % des odonates, 24 % des orthoptères, et 36 % des papillons de jour et des zygènes[51], sans compter les groupes non étudiés.

La biodiversité désigne la diversité des gènes au sein des populations, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes. L'altération de ces 3 niveaux de biodiversité fait peser des dangers sur la robustesse et sur la résilience de nos sociétés, dépendantes des services écosystémiques fournis par cette dernière (agronomiques, hydriques, etc.). À l'échelle de la réserve de biosphère, il est possible d'évaluer les impacts du changement climatique sur quelques indicateurs (aléas sur les paysages identifiés par le GIEC Pays de la Loire, aléas sur

49 < https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Articles/fichiers/Rapport_de_IPBES_un_taux_d_extinction_des_especes_sans_precedent___/ipbes_7_10_add.1_fr.pdf >

50 https://uicn.fr/wp-content/uploads/2018/06/brochure-sfn-mai2018-web-ok.pdf

51 https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/listes-rouges-regionales-a6414.html

certaines espèces cibles, aléas sur les services écosystémiques.

Services écosystémiques

Bénéfices que peut obtenir l'espèce humaine de la part des écosystèmes, incluant des services de support, de régulation, d'approvisionnement et culturels (IPBES, 2019a).

Aléas sur les paysages

Différents travaux étudient les impacts du changement climatique sur les milieux et les paysages. Dans son premier rapport de juin 2022, le GIEC Pays de la Loire identifie 8 familles paysagères constituant la région. La Réserve de biosphère est représentée par 4 d'entre elles[52] :

Plateaux bocagers mixtes

Exemples de menaces : tension sur les ressources en eau disponible pour la biodiversité (amplifiée par les usages liés aux activités humaines) affectant également l'auto-épuration ; salinisation de l'eau et des terres ; tempêtes et feux de forêts qui peuvent impacter les arbres et qui peuvent faire disparaître des arbres anciens, supports de biodiversité ; les étiages plus précoces pourraient faciliter l'accès à certaines parcelles et faciliter l'élevage entraînant une recomposition des paysages agricoles. [52] [53]

Marais

Exemples de menaces : tension sur les ressources en eau disponible pour la biodiversité (amplifiée par les usages liés aux activités humaines) affectant également l'auto-épuration ; salinisation de l'eau et des terres ; les sècheresses peuvent également entrainer la minéralisation de la tourbe et la disparition des tourbières et accentuer la fragmentation des zones humides notamment par l'enfrichement et l'atterrissement des marais[52] [53].

Loire et grandes vallées

Exemples de menaces : tension sur les ressources en eau disponible pour la biodiversité (amplifiée par les usages liés aux activités humaines) affectant également l'auto-épuration ; salinisation de l'eau et des terres ; remontée d'eau saumâtre dans l'estuaire de la Loire [52] [53].

Paysages littoraux

Exemples de menaces : Submersions marines et augmentation de la salinité de certaines masses d'eau douce littorales (d'ici 2100, l'élévation du niveau de l'océan serait de 38 cm à 76 cm selon les scénarios d'émissions de GES ; acidification des océans entraînant des difficultés de biominéralisation des

[52] GIEC PDL, *1er Rapport*, juin 2022, < https://www.comite21.org/docs/2022/giec-des-pays-de-la-loire---1er-rapport-(29-09-2022).pdf >

[53] https://cloud.intermezzo-coop.eu/index.php/s/N35aCbkJBQ3tg37?dir=/&openfile=true

coquilles et structures calcaires pour les mollusques et espèces planctoniques ; désoxygénation de l'océan « depuis 1960, la quantité d'oxygène dans l'océan a diminué de 2 % par décennie, voire 4 % en périphérie de certaines zones » ; modification des périodes d'activités récréatives qui pourraient augmenter le dérangement pour les espèces nicheuses[52] [53].

Au niveau du PNR de Brière, l'INRAE a mené une étude sur la vulnérabilité des habitats aux changements climatiques. Le tableau ci-contre en synthétise les conclusions.

Lecture Figure ci-contre : Les codes correspondent aux niveaux de vulnérabilité de la grille d'évaluation :

0 – Non vulnérable ;

1 – Très faiblement vulnérable ;

2 – Faiblement vulnérable ;

3 – Moyennement vulnérable ;

4 – Fortement vulnérable ;

5 – Très fortement vulnérable.

Code	Habitat	Score vulnérabilité H3
H01	Marais salants (lagunes côtières)	3
H02	Zones intertidales et estrans	1
H03	Prairies subhalophiles	4
H04	Shorres (prés salés)	3
H05	Cours d'eau	4
H06	Etangs et plans d'eau	5
H07	Végétation aquatique	5
H07	Végétation amphibie	5
H08	Roselières	4
H09	Magnocaricaies et groupements mixtes	4
H10	Prairies envahies	3
H11	Landes sèches à humides	3
H12	Végétations arbustives	2
H13	Boisements humides(saulaies et aulnaies marécageuses)	5
H14	Forêts et boisements de feuillus	3
H15	Forêts et boisements mixtes	3
H16	Forêts et boisements de conifères	1
H17	Prairies humides oligotrophes	5
H18	Prairies humides mésotrophiles à eutrophiles	5
H19	Prairies permanentes	4
H20	Prairies temporaires	4
H21	Cultures maraichères	4
H22	Cultures annuelles (céréales)	3
H23	Habitat urbains denses	2
H24	Habitats urbains discontinus	2
H25	Habitats urbains végétalisés	2

Figure 14 - Vulnérabilité des habitats du PNR de Brière aux changements climatiques à horizon lointain pour le scénario climatique - Source : INRAE[54]

[54]Tom Baudouin, Philip Roche, « Les services écosystémiques au sein du Parc Naturel Régional de Brière : évaluation et vulnérabilité au changement climatique », 2022, Rapport d'étude scientifique INRAE, [en ligne], < https://hal.science/hal-04233332v1/file/Rapport.Briere.Roche.Campagne.BaudoiunJuin2022.pdf >

Aléas sur les espèces (biodiversité ordinaire et Plans Nationaux d'Actions)

Afin de répondre aux changements climatiques à travers les âges, les espèces ont généralement réagi selon 3 mécanismes[55] :

- Mécanismes internes (physiologie, comportement) ;
- Mécanismes temporels (phénologie) ;
- Mécanismes spatiaux (aire de répartition).

Sans ces mécanismes adaptatifs, elles peuvent disparaître ou migrer, laissant place à de nouvelles espèces amenées par l'évolution des milieux. Le cas du changement climatique contemporain est d'autant plus alarmant que les bouleversements ont lieu sur des temps réduits, limitant d'autant plus la capacité d'adaptation des espèces.

À l'échelle nationale, la floraison et le débourrement des espèces forestières ont avancé en moyenne de 3 jours par décennies depuis 50 ans et l'entrée en sénescence des feuilles, à l'automne, a tendance à se produire plus tardivement (1,5 jour par décennie en moyenne)[56].

En région, les effets du changement climatique se font déjà ressentir par l'évolution des périodes de migration pour certaines espèces d'oiseaux. Depuis 30 ans il a été observé une précocité de 5 à 12 jours sur la migration printanière, pouvant parfois mettre en péril la nidification si elle ne coïncide plus avec le pic d'émergence des proies tels que les invertébrés[57].

En milieu aquatique, les impacts du changement climatique peuvent également se faire ressentir, comme cet exemple, « *lorsque les épisodes d'hypoxie (bouchon vaseux) coïncident avec la période de passage des poissons migrateurs par exemple, l'estuaire de la Loire peut représenter une véritable barrière chimique. C'est notamment le cas pour la dévalaison*[58] *des juvéniles de saumon atlantique lors des étiages précoces* »[59]

Outre les impacts directs du changement climatique, les vertébrés sont également menacés par les épizooties[60] favorisées par celui-ci. Par exemple, les poissons sont plus exposés à certains virus qui trouvent des conditions favorables à leur multiplication et à leur dissémination dans des eaux réchauffées[61]. Le virus de l'influenza aviaire est également un autre exemple d'épizootie favorisée par le changement climatique, et qui peut mettre en danger l'espèce humaine[62].

---

[55] https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/presentation_mnhn_-_changements_climatiques_et_biodiversite.pdf

[56] > https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/sites/bretagne-paysdelaloire/files/2022-01/syn_meteo_pdl_partie_2.pdf

[57] https://www.lpo.fr/decouvrir-la-nature/loisirs-nature/grands-rendez-vous/journees-europeennes-de-la-migration/la-migration-des-oiseaux

[58] Migration vers l'aval.

[59] GIEC PDL, *1er Rapport*, juin 2022, op.cit

[60] « *Maladie frappant, dans une région plus ou moins vaste, une espèce animale ou un groupe d'espèces dans son ensemble* » Source : Wikipédia

[61] https://anses.hal.science/anses-05093671/

[62] https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/8735

Ici, il est proposé un focus sur des espèces soumises à un plan national d'actions qu'on trouve au sein de la Réserve de biosphère :

Vipères[63]

Le territoire de la réserve de biosphère se situe en limite d'aire de répartition de la Vipère aspic (*Vipera aspis*) et de la Vipère péliade (*Vipera berus*). Ces espèces sont directement menacées par le changement climatique du fait de leur dépendance à la température et à leur environnement (organismes ectothermes). Les effets du changement climatique peuvent être d'autant plus importants que les paysages sont dégradés et simplifiés car la possibilité de se protéger de conditions climatiques défavorables y est altérée. Enfin, la capacité de dispersion de ces reptiles étant faible (et très dépendante de continuités écologiques fonctionnelles), leur capacité d'adaptation est faible

Esturgeon européen[64]

L'Esturgeon européen (*Acipenser sturio*) est une espèce amphihaline potamotoque, c'est-à-dire qu'elle vit en mer mais effectue sa reproduction en eau douce, ainsi qu'une partie de sa croissance. Historiquement présent dans le bassin de la Loire jusqu'au XIXe siècle, l'espèce n'y est plus recensée actuellement. Elle est toutefois observée le long de la côte atlantique. Le changement climatique n'a pas été identifié comme la principale menace qui pèse sur l'espèce et les travaux se concentrent surtout sur la sauvegarde de cette espèce en danger critique d'extinction. Néanmoins, des études sur d'autres espèces de poissons amphihalins démontrent un décalage de la phénologie migratoire pour la plupart d'entre elles[65].

Balbuzard pêcheur[66]

Le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) est en recolonisation naturelle du territoire français suite à sa disparition du fait de persécutions remontant jusqu'au Moyen-Âge. Aujourd'hui, il n'est pas encore connu sur le territoire de la Réserve de Biosphère, mais les habitats de marais et la proximité de la Loire permettraient à l'espèce de s'y installer dans le futur. Les impacts du changement climatique ne sont pas la principale menace pour l'espèce. Toutefois, ils pourraient augmenter le risque d'intoxication par des composés toxiques présents dans l'environnement et intégrés à la chaîne alimentaire[67].

---

63 https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pnaviperes_vf.pdf

64 https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pna_sturio_2020-2029_v_consultation_public.pdf

65 https://theses.hal.science/tel-04170626/

66 https://www.lpo.fr/media/read/8852/file/PNAbalbuzard.pdf

67 https://www.researchgate.net/profile/Charles-Lemarchand/publication/330485068_Etude_ecotoxicologique_du_bassin_de_la_Loire_a_l%27aide_de_bioindicateurs_dans_le_contexte_des_effets_previsible_du_changement_climatique/links/5c420aae458515a4c72f8ca9/Etude-ecotoxicologique-du-bassin-de-la-Loire-a-laide-de-bioindicateurs-dans-le-contexte-des-effets-previsible-du-changement-

Butor étoilé[68]

Le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*) est présent sur le territoire de la Réserve de Biosphère en période de reproduction et en hivernage. Cette espèce est sensible au changement climatique par la dégradation de son habitat (salinisation des roselières, limitant la croissance des roseaux) et par la variation des niveaux d'eau impactant sa reproduction.

Phragmite aquatique[69]

Le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*) est une espèce qui n'est présente uniquement en période de migration. Elle s'observe en halte dans les roselières du territoire de la Réserve de Biosphère. Le changement climatique n'est pas la principale menace qui pèse sur l'espèce mais les conditions climatiques semblent influencer sa phénologie migratoire[70].

Pies-grièches[71]

Parmi les espèces de Pie-grièche présentes sur le territoire de la Réserve de Biosphère, il est surtout possible d'observer la Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*) en hivernage et la Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*) en période de reproduction. La Pie-grièche à tête rousse (*Lanius senator*) peut également être observée en halte migratoire de manière ponctuelle. Les menaces du changement climatique sont connues pour la Pie-grièche grise comme étant très importantes sur les populations nicheuses françaises. Il n'y a toutefois pas d'informations concernant les populations hivernantes. Concernant la Pie-grièche écorcheur, il est possible que le changement climatique puisse être bénéfique à l'espèce via un meilleur succès des nichées mais à condition que son habitat soit conservé et que la pluviosité ne soit pas trop élevée durant une période critique de son cycle de reproduction (juin)[72].

Puffin des Baléares[73]

Le Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*) rejoint les côtes atlantiques en période internuptiale et peut s'observer en pleine mer depuis le territoire de la Réserve de Biosphère. L'espèce est particulièrement sensible au changement climatique, du fait notamment de la modification de la répartition et de l'abondance des proies et de la baisse de la productivité à la base de la chaîne alimentaire. « *Il est observé depuis les années 2000 une modification perceptible dans la répartition du Puffin*

climatique.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQiLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ&__cf_chl_tk=.Of5OcGhuLrpCkeKrARfGM.E.XC..DgLK_4PLCqMOdM-1754034051-1.0.1.1-zco9VIla6bpdtb_u1E90W5V6jd1_BIjOdBb07Dj9F34

[68] https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pna_butor_.pdf

[69] https://pna-phragmite-aquatique.org/wp-content/uploads/2023/07/PNA_Phragmite-aquatique_2022-2031.pdf

[70] https://hal.science/hal-03766928v1/document

[71] https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pna_pies_grieches.pdf

[72] https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/syntheses-bibliographiques-especes/131219_piegrieche_ecorcheur_mai2012.pdf

[73] https://biodiversite.gouv.fr/projet-pna/wp-content/uploads/PNA_puffin_des_baleares.pdf

des Baléares dans les eaux atlantiques françaises et nord-ouest européennes en période internuptiale. »

Chiroptères[74]

Les Pays de la Loire accueillent 18 des 34 espèces présentes en France. Les menaces qui pèsent sur ces espèces sont surtout dues aux activités anthropiques telles que l'aménagement du territoire, l'utilisation de pesticides, la perturbation des colonies, la rénovation du bâti, les parcs éoliens, etc. L'impact du changement climatique n'est que très peu étudié.

Loutre d'Europe[75]

La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) recolonise le territoire français depuis les années 1980 suite à un fort déclin connu depuis le XXe siècle. Cette espèce se rencontre dans des zones climatiques très différentes, allant du cercle polaire jusqu'aux régions méditerranéennes. Elle ne semble donc pas impactée par le changement climatique sauf si des variations brusques impactent son milieu et sa ressource alimentaire[76].

Papillons diurnes[77]

Parmi les espèces soumises au plan national d'actions, seules 2 se trouvent sur le territoire de la Réserve de Biosphère. Il s'agit du Damier de la succise (*Euphydrias aurinia*) et de l'Azuré des mouillères (*Phengaris alcon*). Pour la première espèce, les impacts directs du changement climatique semblent ne concerner que les populations situées au sud de son aire de répartition[78]. Concernant l'Azuré des mouillères, aucune information sur les impacts du dérèglement climatique n'est disponible. Il faut toutefois noter que ces deux espèces sont inféodées aux zones humides, qui elles-mêmes sont menacées par le changement climatique. La modification de la phénologie de leurs plantes hôtes sont également des menaces indirectes suspectés.

Libellules[79]

De manière générale, les libellules sont avantagées par le changement climatique mais certaines espèces spécialistes et plutôt inféodées aux zones froides et montagnardes vont tendre à disparaître. De plus, l'assèchement des habitats aquatiques de petite taille et la réduction de la diversité et de la

74 https://plan-actions-chiropteres.fr/wp-content/uploads/2024/12/plan-actions-chiropteres.fr-pna-chiropteres-2016-2025-pna-chiropteres-2016-2025.pdf

75 https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/PNA_loutre_d_europe_2019-2028.pdf

76 https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/syntheses-bibliographiques-especes/131219_loutre_europe_fev2012.pdf

77 https://fr.readkong.com/page/2018-2028-plan-national-d-actions-5008079

78 https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/syntheses-bibliographiques-especes/131219_damier_de_la_succise_janv2012.pdf

79 https://libellules.pnaopie.fr/wp-content/uploads/2023/01/PNA_LIBELULLES.pdf

fonctionnalité des habitats aquatiques de taille moyenne sont des menaces indirectes pour les libellules.

Flûteau nageant

Le Flûteau nageant (*Luronium natans*) est une plante à fleurs aquatique qui présente des accommodats selon les conditions de milieu (aquatique/terrestre).

Espèces et communautés inféodées aux moissons, vignes et vergers[80]

Vingt-deux espèces parmi la liste des 92 sont présentes dans le département de la Loire-Atlantique et sont donc potentiellement présentes au sein du territoire de la Réserve de Biosphère. Les impacts du changement climatique sur les espèces messicoles sont ceux qui les menacent de manière directe (effets directs sur la biologie et la répartition des espèces) et ceux qui les menacent de manière indirecte (changement de pratiques culturales visant à s'adapter à un potentiel manque d'eau et à une modification des cycles de culture.

Aléas sur les services écosystémiques

Les services écosystémiques sont déjà menacés par l'extinction de la biodiversité, à travers la disparition des pollinisateurs ou des zones humides par exemple. Le changement climatique étant une cause majeure de cette extinction, il impacte également les bénéfices que l'on peut tirer du Vivant et menace d'autant plus les activités humaines et l'économie locale. Par exemple, « *on observe au large des côtes que les changements climatiques accélèrent le déplacement des espèces marines qui progressent six fois plus vite vers le nord du globe que les espèces terrestres. Ainsi, c'est donc aussi tout le secteur de la pêche le long des côtes atlantiques qui pourrait être affecté dans les années qui viennent* »[52]. Le PNR de Brière a déjà réalisé un travail d'évaluation des vulnérabilités des services écosystémiques au changement climatique présentés dans ce tableau :

80 https://biodiversite.gouv.fr/projet-pna/wp-content/uploads/PNA-Messicoles.pdf

Services d'approvisionnement	Biomasse	Production végétale alimentaire (culture)	SA1
		Production animale alimentaire (élevage)	SA2
		Ressource animale alimentaire sauvage (récolte)	SA3
	Eau douce	Eau douce (quantité)	SA4
	Matériaux	Matériaux et fibres (non énergétiques)	SA5
		Ressource secondaire pour l'agriculture (fourrage, engrais vert)	SA6
	Énergie	Biomasse à vocation énergétique	SA7
Services de régulation et d'entretien	Maintien des conditions biologiques, physiques et chimiques	Séquestration du carbone	SR1
		Régulation du climat local	SR2
		Offre d'habitat, de refuge et de nurserie	SR3
		Pollinisation	SR4
		Maintien de la qualité des eaux	SR5
		Maintien de la qualité du sol	SR6
		Régulation des débits d'étiages	SR7
	Régulation des risques naturels	Régulation des inondations et des crues	SR8
		Protection contre les tempêtes	SR9
		Contrôle de l'érosion	SR10
Services culturels	REPRESENTATIONS	Emblème ou symbole	SC1
		Héritage et Existence	SC2
		Esthétique	SC3
	USAGES	Activités récréatives	SC4
		Connaissances et éducation	SC5

Figure 15 - Liste des services écosystémiques pris en compte pour l'évaluation du PNR de Brière – Source : INRAE[81]

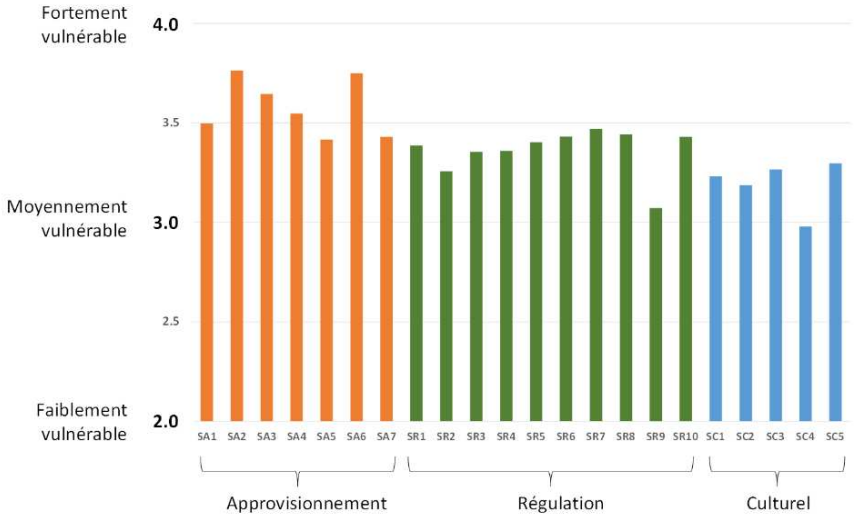


Figure 16 : schéma d'évaluation de la vulnérabilité des services écosystémiques en PNR Brière - Source : INRAE[82]

Ce sont les services écosystémiques d'approvisionnement qui semblent les plus vulnérable aux impacts du changement climatique, notamment la production de fourrage (SA6), l'élevage (SA2) et la chasse et la pêche (SA3).

[81] Tom Baudouin, Philip Roche, « Les services écosystémiques au sein du Parc Naturel Régional de Brière : évaluation et vulnérabilité au changement climatique »

[82] Ibid.

Sécheresse

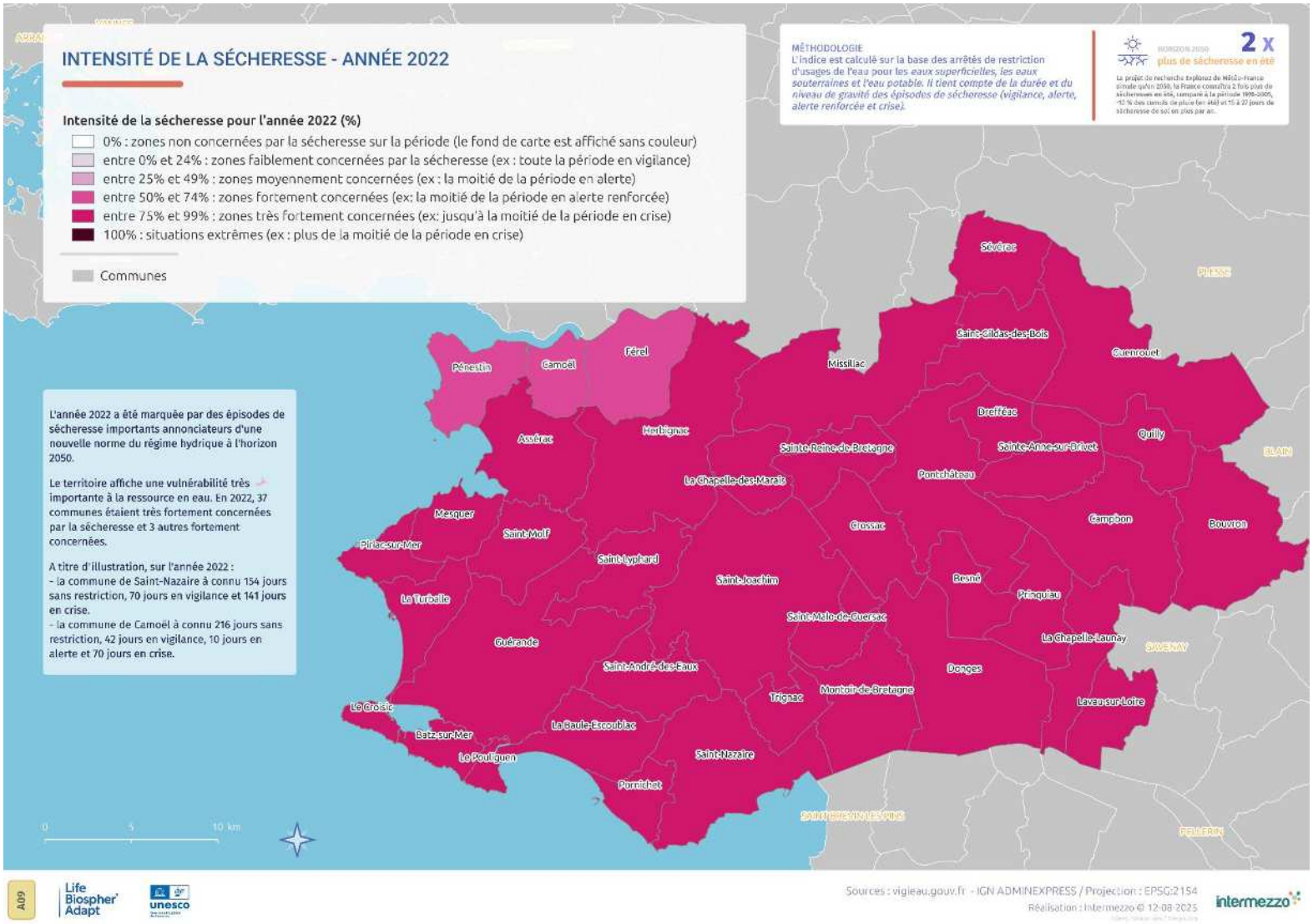


Figure 17 - Intensité de la sécheresse en 2022 sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

Risque inondation

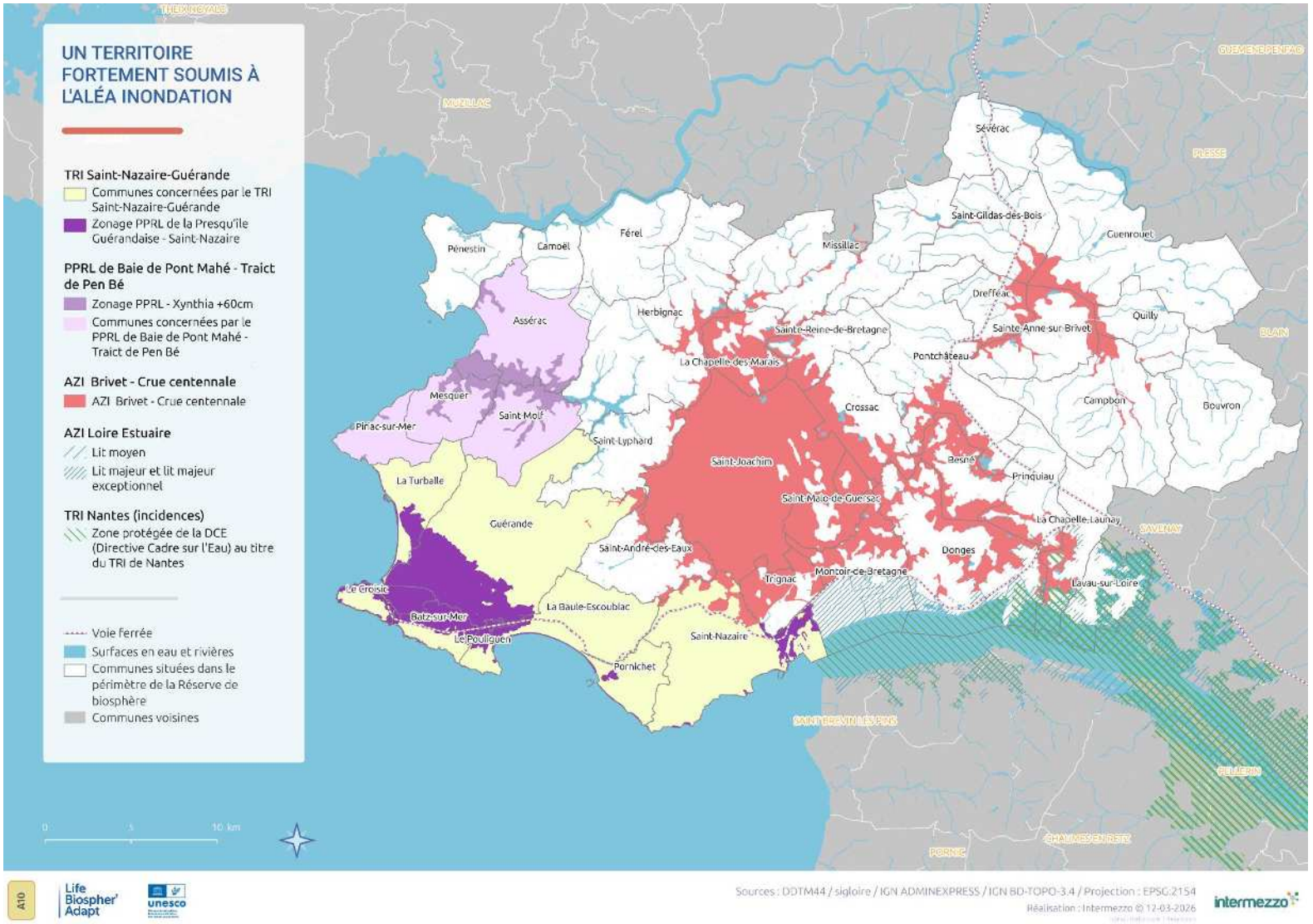


Figure 18 - Le risque d'inondation par débordement des cours d'eau sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

S'agissant des inondations par débordement, les enjeux se concentrent principalement sur deux sites sensibles : les marais de Brière et l'estuaire de la Loire. Ces deux zones ont donné lieu à la production d'atlas des zones inondables[83] : l'AZI en Brière (2012) sur la zone de marais et l'AZI Estuaire (2017) qui, comme son nom l'indique concerne les communes estuariennes de Montoir-de-Bretagne à Lavau-sur-Loire dans le périmètre du territoire – voir carte page précédente.

Le territoire étant situé à l'embouchure de la Loire, il est tributaire des politiques et mesures prises en amont pour gérer les crues ou en atténuer les effets : infiltrations à la parcelle, retenues, bassins d'expansion, maintien des zones humides, etc.

Aussi sur le territoire, 8 communes composent le Territoire à risque important d'inondation (TRI) de Saint-Nazaire – Guérande. Il s'agit de Le Croisic, Batz-sur-Mer, Le Pouliguen, La Turballe, Guérande, La Baule-Escoublac, Pornichet et Saint-Nazaire. Un TRI désigne « *une partie du territoire national, constituée de communes entières, où les enjeux humains, sociaux et économiques potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants* »[84]. L'étude TRI[85] estime les impacts d'un événement de moyenne intensité en tenant compte du changement climatique. Les auteurs retiennent l'hypothèse d'une submersion marine avec une élévation du niveau marin de +60 cm : « *les communes les plus impactées, en termes d'étendue de la submersion dans des zones habitées, sont Le Pouliguen, La Baule-Escoublac, le Croisic, Saint-Nazaire et la Turballe. Outre les enjeux impactés dès l'évènement moyen et détaillés en 9-2, les enjeux ci- dessous pourront être touchés lors d'un évènement moyen avec changement climatique* ».

Par thématiques :

- « ***Les enjeux humains :*** *environ 9 600 personnes et 6500 emplois sont susceptibles d'être impactés directement: les communes les plus touchées sont celles de Saint-Nazaire avec 4 397 habitants et 3770 emplois, Le Pouliguen (1951 habitants et 928 emplois), La Baule-Escoublac (1394 habitants et 366 emplois), Le Croisic (1001 habitants et 990 emplois)*
- ***Établissements ou Installations sensibles :*** *Sept écoles, une à La Baule-Escoublac (école maternelle Saint-Joseph Pavie) et trois à Saint-Nazaire (école primaire Georges Sand et école primaire Paul Bert et école maternelle et*

83 « *L'atlas des zones inondables (AZI) vise à faciliter la connaissance des risques d'inondations par les collectivités territoriales, les services de l'État et le public. Les AZI sont élaborés par les services de l'Etat et portés à la connaissance des collectivités et établissements en charge de l'élaboration des documents d'urbanisme. Il ne s'agit pas d'un document réglementaire mais d'un outil d'information, qui aide à la décision et à l'intégration des risques dans l'aménagement du territoire (à l'échelle des documents d'urbanisme comme à celle de l'aménagement opérationnel)* » Source : CEREMA

84 Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Territoire_%C3%A0_risques_importants_d%27inondation

85 Source : https://www.donnees.centre.developpement-durable.gouv.fr/risques/directive_inondation/5_Cartes_St-Nazaire_Presqu_Ile_de_Guerande.pdf

primaire Waldec Rousseau) et trois sur la commune du Pouliguen (l'école maternelle Victor Hugo, l'école maternelle et primaire de sainte marie et l'école primaire Paul Lesage). Toujours sur la commune du Pouliguen le camping municipal « Les Mouettes », deux maisons de retraites, la gare, la mairie et le SDIS sont également touchés. Un poste de transformation électrique sur la commune de Saint-Nazaire au bout du bassin de Penouët est susceptible d'être impacté.

- ***Infrastructures de transports :*** *La N171 sur la commune du Pouliguen serait inondée.*
- ***Zone d'activité économique*** *: Quatre zones d'activités touristiques dont deux campings (camping de l'Océan sur la commune du Croisic et le camping municipal du Pouliguen), 5 zones industrielles sur les communes du Pouliguen et de Saint-Nazaire seraient successibles d'être inondés.*
- ***Installations polluantes (IPPC) :*** *Deux IPPC (STX France ; CARGIL France) se situant dans la zone des chantiers navals de Saint-Nazaire sont susceptibles d'être impactés par la submersion marine.*
- ***Station de traitements des eaux usées (STEU) :*** *Une STEU de capacité supérieure à 2 000 Équivalent Habitants (EH) est située dans une zone inondable pour ce scénario et se trouve sur la commune de Guérande.*
- ***Zones protégées pouvant être impactées :*** *Deux zones de protection des habitats et des espèces (Estuaire de la Loire FR5210103 et Estuaire de la Loire-Baie de Bourgneuf FR5212014) sont susceptibles d'être impactées par les IPPC précédemment identifiées. Trois autres zones de protection des habitats et des espèces : les Marais salants de Guérande, les traicts du Croisic et les dunes de Pen-Bron (FR5200627 et FR5210090) et la Grande Brière et les marais de Donges (FR5200623) sont également susceptibles d'être impactés par la STEU précédemment identifiée.*
- ***Patrimoine culturel :*** *Deux églises sur la commune du Croisic et une sur la commune du Pouliguen seraient en zone inondable.* »

Autrement dit, un tel événement aurait des conséquences importantes sur les zones habitées comme sur les espaces naturels. En outre, les infrastructures industrialo-portuaires sont également fortement soumises au risque d'inondation par submersion marine et débordement de la Loire

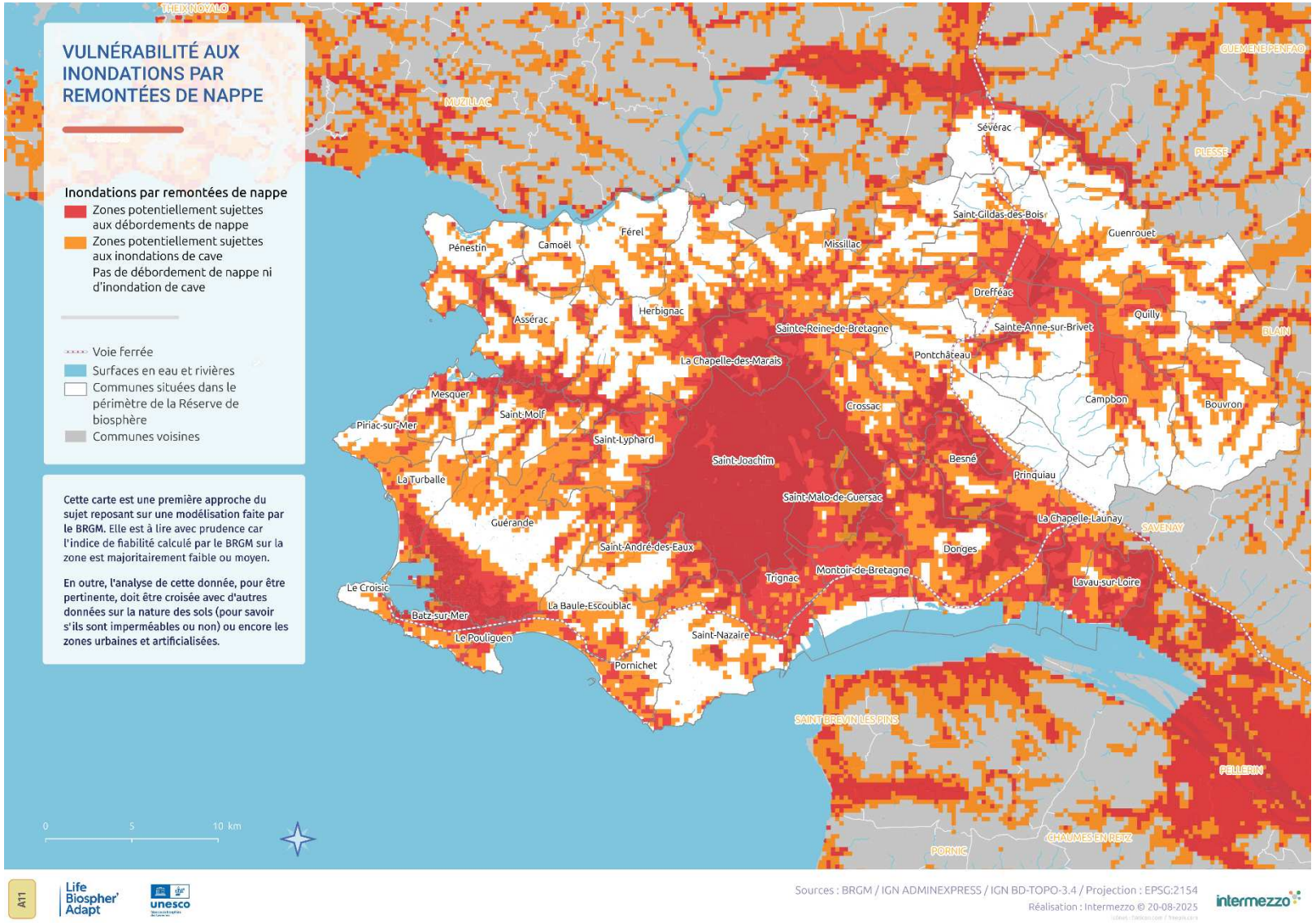


Figure 19 - Vulnérabilité aux inondations par remontées de nappe sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

Deux autres types d'inondations sont également à considérer :

- Les **inondations par remontées de nappe**. Celles-ci ont fait l'objet d'une cartographie présentée en première approche reposant sur une modélisation faite par le BRGM - voir p.**Erreur ! Signet non défini.**. Elle est à lire avec prudence car l'indice de fiabilité calculé par le BRGM sur la zone est majoritairement faible ou moyen. En outre, l'analyse de cette donnée, pour être pertinente, doit être croisée avec d'autres données sur la nature des sols (pour savoir s'ils sont imperméables ou non) ou encore les zones urbaines et artificialisées.
- Les i**nondations par ruissellement**, notamment en milieu urbain. Celles-ci sont amenées à s'intensifier en raison d'un régime de précipitations qui pourrait accentuer les événements de pluie intense. Les données aujourd'hui disponibles ne permettent pas d'identifier spatialement les enjeux. Ils sont concentrés essentiellement dans les zones urbaines, avec des surfaces essentiellement imperméables, telles que Saint-Nazaire mais aussi potentiellement les communes littorales urbanisées ainsi que les autres centres-bourgs.

Les réseaux d'eaux pluviales ne sont pas dimensionnés pour faire face aux épisodes les plus intenses, ce qui contribue à la survenue d'inondations par ruissellement. Aujourd'hui se développement des modes de gestion qui vont privilégier l'infiltration des eaux plutôt que leur conduite dans les réseaux.

Présence des maladies vectorielles et espèces exotiques envahissantes

Moustique tigre

L'augmentation des températures moyennes favorise la diffusion d'espèces exotiques. C'est le cas du moustique tigre, espèce potentiellement porteuse de maladie tropicale telle que la Dengue. Ce moustique est déjà présent sur le territoire de la Réserve de biosphère dans la ville de Saint Nazaire (repéré en 2024).

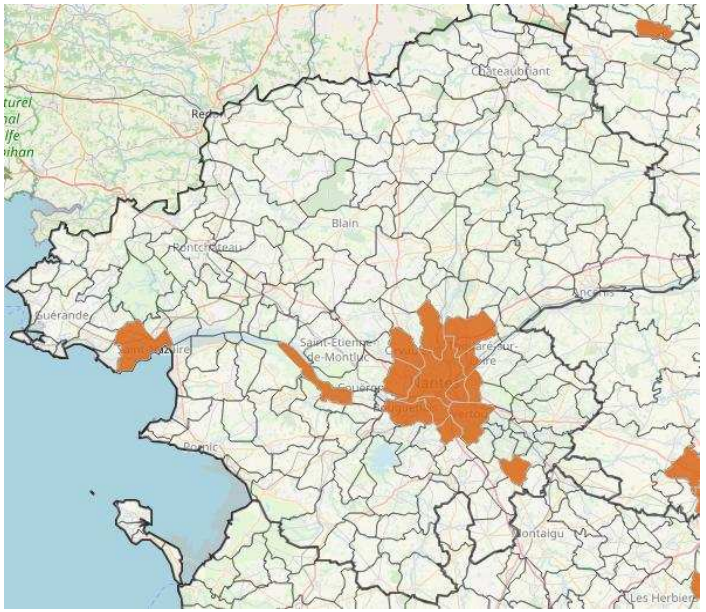


Figure 20: Communes de Loire Atlantique colonisées par le moustique tigre en juillet 2025 - Source : Agence Régional de Santé (ARS) Pays de la Loire

Chenille processionnaire

La chenille processionnaire est une espèce qui bénéficie également du changement climatique et notamment de la hausse des températures avec un nombre de jours plus élevé où elle va pouvoir se nourrir. Les processions qui se déroulaient au début du printemps s'étendent désormais d'octobre à juin.

Jussie

Originaire d'Amérique du Sud et introduite en France au XIXe siècle pour décorer des bassins d'agréments et des aquariums, la jussie a progressé, favorisée par le changement climatique. Le PNRB réalise annuellement un inventaire des plantes aquatiques exotiques envahissantes sur les marais de Brière et du Brivet.

Crassule de Helms

Détectée depuis 2015 sur le territoire du PNRB, cette espèce exotique envahissante « étouffe la végétation et menace la biodiversité locale »[86] sur la zone des marais de Brière et du Brivet. Cette espèce est elle aussi favorisée par le changement climatique.

Feux de forêts

La Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) a réalisé une cartographie sur le risque incendie à l'échelle régionale (voir Figure 21).

Depuis 2006, on dénombre 29 feux de forêts en Loire-Atlantique, dont 25 en 2022, 2 en 2023 et 2 en 2024.

Plus spécifiquement sur le territoire de la Réserve, des incendies de forêts ont été recensés entre 2022 (année du premier recensement) et 2024 dans les communes suivantes[87] : Saint-Gildas-des-Bois (2), Saint-Nazaire (2), Montoir-de-Bretagne, Herbignac, Assérac, Saint-André-des-Eaux, La Baule-Escoublac et Saint-Lyphard. Récemment, face au risque de survenue d'un risque incendie, la forêt de la Baule a été fermée de manière préventive du 11 au 15 juillet 2025, une première sur ce territoire.

Les incendies de végétaux concernent également la zone des marais de Brière. Historiquement, d'importants feux de tourbes ont eu lieu en 1989[88]. Derniers en date, le feu de tourbe de 2019

86 < https://centrederessources-loirenature.com/wp-content/uploads/retours-dexperiences-experimenter-une-gestion-agricole-integrant-le-risque-jussie-en-briere.pdf >

87 < https://data.teo-paysdelaloire.fr/explore/dataset/837810944_incendies_foret_pdl/table/?sort=departement >

88 < https://belinrae.inrae.fr/index.php?lvl=notice_display&id=192245 >

s'est déclenché sur un champ sur la commune de Montoir-de-Bretagne et a duré trois jours[89].

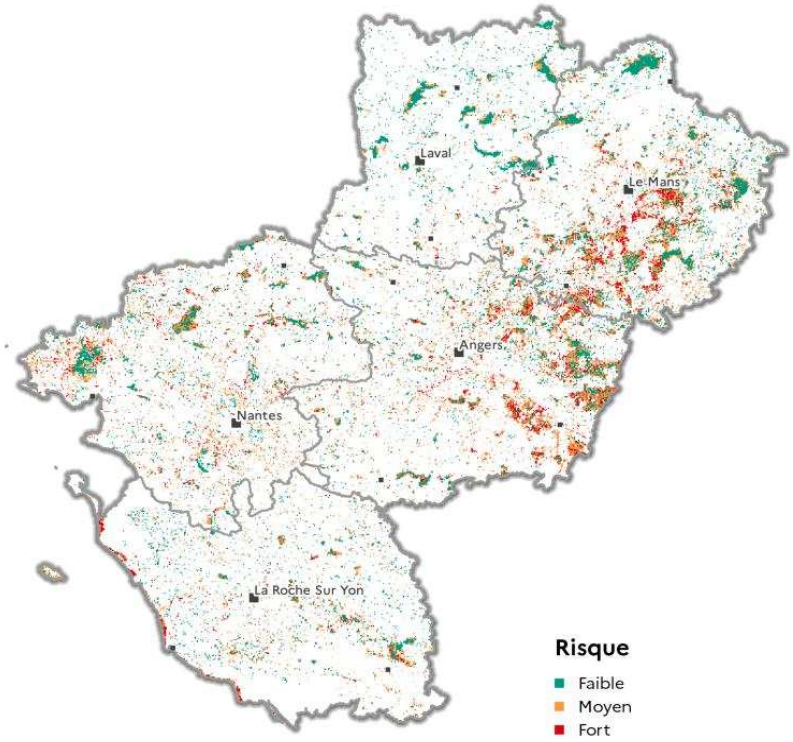


Figure 21 Cartographie du risque de feux de forêts, novembre 2022 - Réalisation : DREAL Pays de la Loire[90]

Débit des cours d'eau

L'augmentation de la durée des périodes de sécheresse sur les bassins versants concernés a pour conséquence une accentuation des périodes d'étiages. Ainsi, en 2022, les périodes de soutiens d'étiage (stockage de l'eau en hiver par barrages et libération pendant les périodes d'étiages) ont duré 200 jours[91]. Plus généralement, d'après l'étude Explore 2070 du projet ICC HydroQual, « *dans le bassin Loire-Bretagne, le débit moyen annuel des cours d'eau devrait baisser de 10 à 40 % (…) le débit d'étiage de la Loire et de ses principaux affluents baisserait fortement, de l'ordre de 25 à 50 % en milieu du siècle, et entre 30 et 60 % en fin du siècle. On observerait de plus un allongement des périodes d'étiages* »[92].

La baisse du débit de la Loire comme de la Vilaine a de multiples conséquences sur les milieux, les activités économiques qui en dépendent ainsi que l'approvisionnement en eau de la majorité des habitants du territoire.

89 < https://actu.fr/pays-de-la-loire/montoir-de-bretagne_44103/dans-marais-briere-incendie-nen-finit-pas_25882616.html >

90 DREAL, Atlas régional du risque feux de forêt en Pays de la Loire, novembre 2022, p.43, [en ligne], < https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20221101_atlasregionalfeuxdeforet-pdl_rapport.pdf >

91 < https://metropole.nantes.fr/actualites/loire-trop-d-eau-ou-pas-assez-comment-le-niveau-est-il-regule >

92 < https://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/focuscc-eau-version-web_planches-2-2-2.pdf >

Réchauffement et acidification des océans

Réchauffement climatique : quelles incidences sur la partie maritime de la Réserve de biosphère ?

Les impacts du changement climatique sont aujourd'hui plutôt bien documentés sur la partie terrestre du globe et les projections climatiques comme les impacts associés s'affinent localement.

L'étude de la partie océanique, qui intègre les modélisations à l'échelle mondiale est néanmoins moins documentée, notamment en termes d'impacts.

De plus, de fortes incertitudes pèsent dans la compréhension des dynamiques de circulations océaniques, notamment sur les courants majeurs dans l'Atlantique Nord, qui jouent un rôle majeur dans la régulation climatique à l'échelle mondiale et qui pourraient ralentir, voire s'arrêter pour le premier : l'AMOC - Atlantic Meridional Overturning Circulation – et le Gulf Stream.

Enfin, des points de bascules, liés à la fonte de la calotte glacière et de la banquise laissent planer le doute d'une élévation du niveau marin accélérée à plus ou moins long terme.

La Réserve de biosphère étant à près de 40 % maritime, l'évolution du milieu marin entraînera des conséquences sur celle-ci. Voici les principaux constats et observations relevés les dernières décennies sur les masses océaniques :

- Les océans ont absorbé plus de 90 % de l'excès de chaleur d'origine anthropique ;
- Le GIEC a montré que le taux de réchauffement des océans a plus que doublé depuis 1993 et qu'il est probablement ressenti au-delà de 2000m de profondeur. Ce phénomène est à l'origine d'un appauvrissement de la biodiversité marine ;
- L'élévation du niveau de la mer s'est accélérée ces dernières décennies en raison de la fonte accrue de la glace dans les régions polaires. Selon les dernières données de l'OMM (Organisation météorologique mondiale), le niveau mondial moyen de la mer est monté en moyenne de 4,5 millimètres par an sur la période 2013-2021.
- L'océan s'acidifie. Une hausse de 30 % de l'acidité a été observée depuis 1985. Cela a pour conséquences la baisse des carbonates de calcium, calcite et aragonite dans les eaux, essentiels pour l'édification et le maintien des squelettes des espèces planctoniques calcifiantes et des coraux, les enveloppes minérales des oursins et des coquilles des mollusques tels que les moules et les huîtres.
- Avec une réduction très probable de 0,5–3,3 % de la teneur en oxygène entre 1970 et 2010 jusqu'à 1000 m de profondeur, les zones de minimum d'oxygène se sont élargies de 3 à 8 %, surtout dans les tropiques. La désoxygénation globale affecte la physiologie et le comportement des poissons. L'extension de zones pauvres en oxygène réduit les habitats et affecte les réseaux trophiques.
- Les vagues de chaleur marines intenses et extrêmes ont augmenté en fréquence, durée, intensité et étendue géographique au cours des quatre dernières décennies. Le réchauffement de l'eau de l'Atlantique a atteint ou dépassé la barre des 25 °C quotidiennement du 2 août 2023 au 19 septembre 2023, soit pendant un mois et demi. Le 31 août 2023, la température moyenne à la surface de l'eau a atteint le record, inégalé depuis, de 25,37 °C. Le seuil des 25 °C a aussi été atteint pendant plusieurs semaines en 2024, du 20 août au 6 septembre.
- Le réchauffement des océans provoque une migration des espèces de poissons et de mammifères marins affectant leur reproduction et la distribution des espèces. Les activités de pêches et aquaculture en sont affectées localement.

Ces bouleversements se traduisent sur la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine par de nombreux impacts :

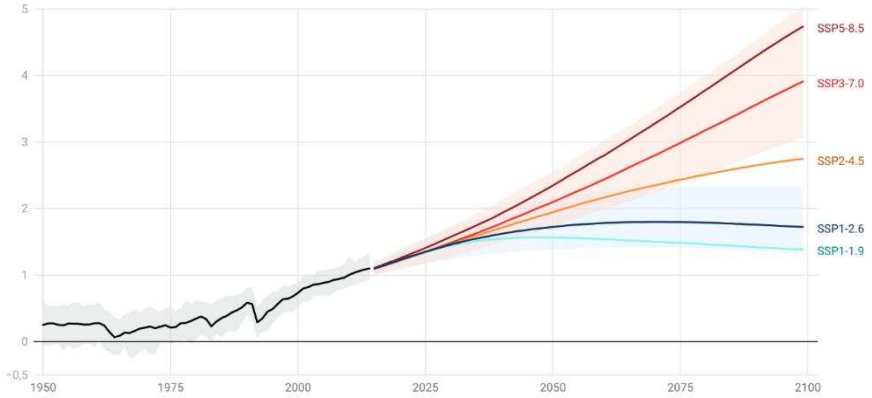
- Les épisodes de sécheresse améliorent les rendements des marais salants mais le changement climatique fait aussi peser la menace des tempêtes répétées sur cette activité.
- Le réchauffement climatique et les phénomènes qui l'accompagnent (acidification, désoxygénation) se traduisent globalement par une diminution de la biodiversité marine.
- Selon la plateforme Océan & Climat, la productivité des pêcheries devraient diminuer de 10 à 15 % au large des côtes de Loire Atlantique et du Morbihan à horizon 2100, créant de l'instabilité économique et une perte d'emplois, en plus d'un amenuisement des ressources alimentaires. Les deux criées de Loire Atlantique (la Turballe et le Croisic) se trouvent sur le territoire de la Réserve de biosphère – celles-ci sont déjà fragilisées par la conjoncture actuelle.
- L'arrivée d'espèces prédatrices, la hausse de la température et la dégradation des milieux menacent les filières ostréicole et conchylicole, déjà fragilisées localement.

II) Trajectoires actuelles projetées de réchauffement climatique à l'échelle suprarégionale

II.1. Les trajectoires de réchauffement planétaires du GIEC

Au niveau mondial tout d'abord, les projections de réchauffement climatique faisant référence sont celles élaborées par le GIEC. Les différentes scénarisations des niveaux de réchauffement futurs reposent sur des trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre, converties ensuite en trajectoires de concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (les **Representative Concentration Pathways, RCP**), desquelles sont déduites, pour chacune d'entre elles, des projections climatiques dépeignant l'évolution des conditions climatiques associées à chaque RCP. Depuis son sixième rapport, le GIEC adjoint des considérations socio-économiques à ces trajectoires de concentrations de GES, les RCP sont dès lors englobées dans des trajectoires plus larges : les **Shared Socioeconomic Pathways (SSP)**. Les SSP, au nombre de cinq, peuvent être associées à chaque RCP existantes (1.9, 2.6, 4.5, 7.0, 8.5, etc.). Le chiffre adossé à chaque RCP correspond au forçage radiatif modélisé, c'est-à-dire à un bilan radiatif (différence entre l'énergie reçue et émise par la Terre) exprimé en watt par mètre carré (W/m²), lequel est influencé par le niveau de concentration des GES dans l'atmosphère. Ainsi, par exemple, le SSP1-2.6 correspond à un scénario ambitieux de développement durable dans lequel le forçage radiatif est contenu à 2.6W/m² et permet d'atteindre la neutralité carbone au niveau mondial en 2050. Dans leur 6ème rapport, les experts du GIEC étudient en profondeur cinq scénarios dont les niveaux et le rythme de réchauffement associés sont synthétisés dans le graphique et le tableau ci-dessous.

Projections d'anomalies de températures moyennes au niveau mondial (en °C) par rapport à la moyenne sur la période 1850-1900



Scénario	Nature/Intensité	2021-2040	2041-2060	2081-2100
SSP1-1.9	Ambitieux, volontariste (respect de l'Accord de Paris)	+1,5°C	+1,6°C	+1,4°C
SSP1-2.6	Transition climatique réussie	+1,5°C	+1,7°C	+1,8°C
SSP2-4.5	Scénario tendanciel	+1,5°C	+2°C	+2,7°C
SSP3-7.0	Dégradation continue du climat et de l'environnement	+1,5°C	+2,1°C	+3,6°C
SSP5-8.5	Poursuite du développement fossile	+1,6°C	+2,4°C	+4,4°C

Figure 22 - Projections d'anomalies de températures moyennes au niveau mondial (en °C) par rapport à la moyenne sur la période 1850-1900 - 6ème rapport d'évaluation du premier groupe de travail du GIEC, Résumé à l'intention des décideurs , 2021

II.2. Focus sur la France métropolitaine

En France, le Ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques sur l'environnement (MTECP) a élaboré en 2023 la Trajectoire de Réchauffement de référence pour l'Adaptation au Changement Climatique (TRACC). Cette dernière fournit un cadre national de référence commun permettant d'outiller les acteurs territoriaux (collectivités, entreprises, etc.) dans la planification de l'adaptation du territoire et de leurs activités aux changements climatiques.

Contrairement à la trajectoire étatique d'atténuation des émissions de GES (Stratégie Nationale Bas Carbone, SNBC 3) qui demeure alignée sur les Accords de Paris[93], la stratégie d'adaptation basée sur la TRACC change de paradigme. La TRACC est empreinte d'un certain réalisme climatique et d'une prise en compte des trajectoires récentes d'émissions de GES et de réchauffement climatique depuis la COP21 puisqu'elle repose sur des modélisations climatiques dépassant largement les seuils de réchauffement fixés par l'Accord de Paris. Ce choix méthodologique est aujourd'hui renforcé par une étude scientifique évaluant l'évolution des indicateurs analysés par les rapports du GIEC (émissions de GES, élévation du niveau de la mer, forçage radiatif effectif, bilan énergétique de la Terre, etc.) qui étaye le fait que le dépassement du seuil des +1,5° C fixé par l'Accord de Paris est désormais inéluctable : les auteurs, ayant participé à la rédaction du 6e rapport du GIEC, mettent en avant le fait qu'il faut « *s'attendre à ce que le réchauffement global de 1,5 °C soit atteint ou dépassé dans environ 5 ans en l'absence d'un refroidissement dû à des éruptions volcaniques majeures* »[94]. Il ressort de cet article que

[93] À savoir maintenir le réchauffement climatique planétaire en dessous de + 2 °C (et si possible de + 1,5 °C) par rapport à la période pré-industrielle (1850–1900)

[94] Piers M. Forster et al., « Indicators of Global Climate Change 2024: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence », in Earth system science data, volume 17 (6), mai 2025, [En ligne], < https://doi.org/10.5194/essd-17-2641-2025 >, p.2670

le budget carbone restant pour maintenir le réchauffement mondial en dessous des 1,5°C fixés par la COP21 est de 130 milliards de tonnes de CO début 2025, contre 500 milliards en 2020. Au rythme actuel d'émissions, il reste trois années d'émissions actuelles de GES avant de dépasser le seuil des 1,5° C de manière récurrente. La neutralité carbone mondiale étant impossible à atteindre dans ce trop court laps de temps, l'objectif initial de l'Accord de Paris peut aujourd'hui être considéré comme inatteignable. L'année record 2024 en matière de température moyenne mondiale par rapport à l'ère préindustrielle ne permet pas encore de caractériser scientifiquement une tendance mais est vouée à devenir la norme dans les prochaines années à venir.

Le scénario modélisé et retenu par la TRACC projette le niveau de réchauffement suivant pour la France métropolitaine à horizon 2030, 2050 et 2100 :



Figure 23 - Tableau de correspondance entre les niveaux de réchauffement prévus par la TRACC et les niveaux de réchauffements mondiaux aux mêmes horizons temporels par rapport à la période préindustrielle[95]– Météo France, « À quel climat s'adapter en France selon la TRACC ? »[96], 2023

Si l'on compare la trajectoire de réchauffement adossée à la TRACC avec celles de l'évolution des températures planétaires modélisées par le GIEC (précitées), on observe qu'à horizon 2050, la TRACC se situe dans le sillage du SSP2-4.5 ; tandis qu'à horizon 2100, elle se situe dans un sillage intermédiaire aux scénarios SSP2-4.5 et SSP3-7.0.

À l'inverse des scénarios du GIEC, la TRACC déduit un niveau de réchauffement non pas à partir de projections hypothétiques d'émissions de GES, mais sur la base des engagements actuels des États en la matière.

[95] Par période préindustrielle, les modèles climatiques mondiaux principaux (HadCRUT5, BerkeleyEarth, etc.) entendent la période 1850-1900, tandis qu'en France (et donc pour les données de la TRACC), l' « estimation du réchauffement climatique repose sur l'indicateur thermique calculé à partir de 30 stations régulièrement réparties sur le territoire national. Cet indicateur est disponible à partir de 1900. La période de référence la plus ancienne utilisée pour la France hexagonale est 1900–1930. Cette période est comparable en termes de réchauffement planétaire à la période 1850–1900 (Ribes et al. 2022). ». Voir < https://meteofrance.com/sites/meteofrance.com/files/files/editorial/rapport-trajectoire-rechauffement-adaptation-changement-climatique-partie-1.pdf>

[96] Ibid.

II.3. Précisions méthodologiques – TRACC

La TRACC ne constitue pas uniquement un cadre territorialisant le niveau de réchauffement futur à l'échelle hexagonale. De ce niveau de réchauffement, elle en déduit un impact sur l'évolution de plusieurs variables climatiques, là réside l'intérêt de l'approche par niveau de réchauffement qui porte l'idée que les effets du changement climatique pour une zone donnée dépendent du niveau moyen de réchauffement planétaire. Ainsi, la TRACC territorialise également les impacts du réchauffement climatique à la maille communale et intercommunale par la production du jeu de données climatiques « TRACC-2023 » distribué sur le portail « DRIAS » (Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement)

La projection sur l'évolution territorialisée de ces différents indicateurs climatiques est réalisée sur la base du scénario de forçage radiatif le plus élevé (le RCP-8.5) car c'est le seul qui peut transcrire et modéliser l'impact d'un niveau de réchauffement supérieur à 4°C à horizon 2100 (base de la TRACC comme vu précédemment).

Les données traitées sont disponibles sur la plateforme Climadiag Communes et Climadiag Agriculture pour les indicateurs agro-climatiques.

III) Indicateurs et trajectoires climatiques locales

Voici les indicateurs que nous utiliserons pour caractériser les trajectoires de changement climatique sur le territoire :

Sources	Indicateurs	
Climadiag Commune (Source : MétéoFrance)	Température moyenne (par saison, en °C) Nombre annuel de jours de gel Cumul de précipitations (par saison, en mm) Nombre de jours avec précipitations (par saison) Nombre de jours avec fortes précipitations (par saison) Cumul de précipitations quotidiennes remarquables (en mm) Nombre de jours avec risque significatif de feu de végétation Nombre de jours avec sol sec (par saison)	Nombre annuel de jours très chaud (>35°C) Nombre annuel de nuits chaudes (>20°C) Nombre annuel de jours en vague de chaleur Nombre annuel de jours en vague de froid Nombre de jours consécutifs sans précipitations (par saison) Date de reprise de la végétation (en jour/mois) Nombre annuel de jours estivaux Élévation du niveau marin
Climadiag Agriculture (Source MétéoFrance)	Disponibilité thermique pour le blé (en °C) Indice Température-Humidité	Nombre de jours échaudant Prairies – date de mise à l'herbe

Clés de lecture

Les trois intensités de projection pour chaque indicateur sont symbolisées dans les tableaux de la manière suivante :

Valeur basse : **> XX**

Valeur médiane : **XX**

Valeur haute : **< XX**

Dans les développements qui suivront, toutes ces intensités de projection seront renseignées, cependant les enseignements et comparaisons seront fondées sur les valeurs médianes de chaque indicateur. Le territoire de la Réserve Entre Loire et Vilaine n'étant pas saisissable administrativement via le jeu de données TRACC-2023, le choix a été fait dans un premier temps de ventiler chacun de ces indicateurs par EPCI composant le territoire de la Réserve. Un EPCI est un Établissement Public de Coopération Intercommunale regroupant les communes d'un territoire afin d'exercer des compétences en commun lorsqu'elles ont été transférées à l'EPCI. Une fois les valeurs dégagées par EPCI, les indicateurs à l'échelle de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine sont établis en réalisant la moyenne des valeurs EPCI pondérée par la superficie de chaque EPCI au sein du territoire de la Réserve de biosphère. La carte administrative des limites de la Réserve de biosphère ainsi que des communes et EPCI qui la compose est à retrouver ci-dessous :

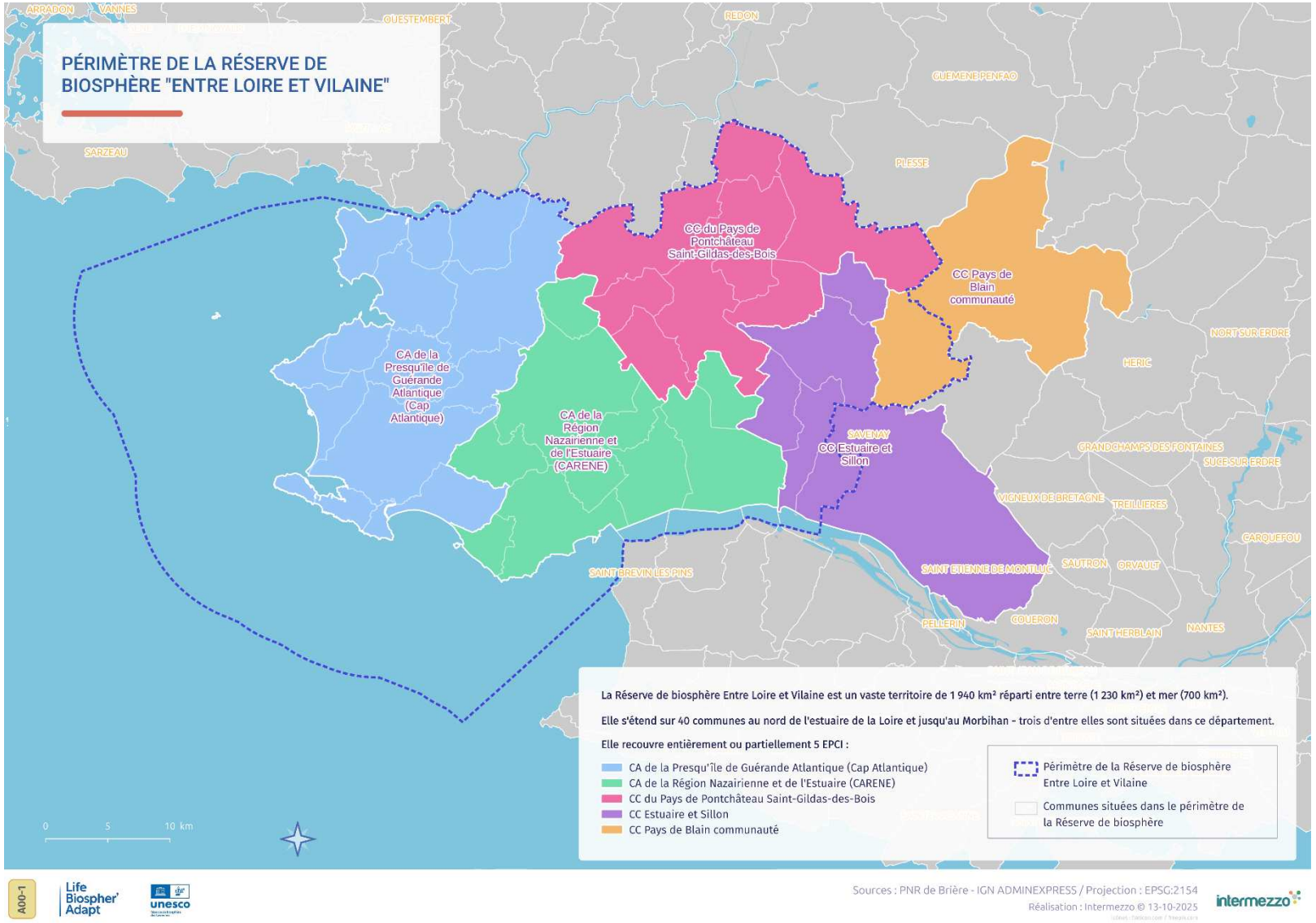


Figure 24 Périmètre de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine – Réalisation : Intermezzo

III.1. Évolution des températures

A. Températures moyennes annuelles

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur présente l'évolution des températures moyennes annuelles à horizon 2050 et 2100 par rapport à la normale de référence calculée sur la période 1976-2005. L'indicateur, non renseigné par la TRACC-2023 pour les EPCI, a été obtenu par la moyenne des températures moyennes par saison (indicateur suivant).

État actuel et projection future 2050 – 2100 des températures moyennes annuelles

(*En °C*)	Saint-nazaire agglo	CapAtlantique La Baule-Guérande Agglo	Estuaire et Sillon Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois Communauté de Communes	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	12,2	12,1	11,9	12,0	11,9	12,07
2050	14,0 > 13,5 < 14,5	14,0 >13,4 <14,4	13,8 >13,3 <14,3	13,9 >13,3 <14,3	13,8 >13,3 <14,3	13,94
2100	15,2 >14,5 <15,8	15,2 >14,4 <15,8	15,1 >14,3 <15,7	15,1 >14,4 <15,7	15,1 >14,3 <15,6	15,16

- Par rapport à la période de référence, les augmentations de températures médianes à horizon 2050 sur le territoire de la Réserve de biosphère sont comprises entre +1.8°C et +1.9°C.
- Par rapport à la période de référence, les anomalies de températures médianes à horizon 2100 sur le territoire de la Réserve de biosphère sont comprises entre +3°C et +3.2°C.
- L'EPCI de la Réserve de biosphère qui se réchauffe le plus par rapport à la normale de référence est la Communauté de communes Estuaire et Sillon. Globalement, les EPCI situés sur la façade maritime atlantique se réchauffent légèrement moins que les autres.

Risques climatiques associés

- *De cette augmentation moyenne et générale des températures sur le territoire vont découler tout un ensemble de bouleversements climatiques accentuant la vulnérabilité et l'exposition de la Réserve de biosphère aux changements climatiques. Ces impacts seront dans un premier temps renseignés dans ces encarts en pointillés présents ci-dessous à la suite de chaque indicateur climatique analysé.*

B. Températures moyennes par saison

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur renseigne l'évolution de la température moyenne par saison météorologique par rapport aux moyennes saisonnières mesurées entre 1976 et 2005. Les saisons météorologiques sont bornées temporellement de la manière suivante : Hiver de l'année A : décembre de l'année A-1 à février de l'année A / Printemps : mars à mai / Été : juin à août /Automne : septembre à novembre

L'indicateur permet d'étudier si le réchauffement climatique se déploie de manière homogène selon les saisons de l'année et d'anticiper ensuite, pour les saisons de plus forts réchauffements, les impacts d'un réchauffement territorial plus important au regard des usages concernés.

État actuel et projection future 2050 – 2100 des températures moyennes par saison

(*En °C*)	**Saisons**	saint-nazaire agglo	CapAtlantique LA BAULE-GUÉRANDE AGGLO	ESTUAIRE ET SILLON Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	**Hiver**	6,3	6,3	5,7	6,0	5,7	6,13
	Printemps	11,3	11,1	10,9	11,0	10,9	11,10
	Été	18,5	18,4	18,7	18,6	18,7	18,52
	Automne	12,7	12,7	12,4	12,5	12,4	12,60
2050 (+2.7°C)	**Hiver**	7,9 (> : 7,6 / < : 8,6)	7,9 (> : 7,5 / < : 8,5)	7,4 (> : 7,0 / < : 8,1)	7,6 (> : 7,2 / < : 8,3)	7,3 (> : 6,9 / < : 8,0)	7,74
	Printemps	12,6 (> : 12,1 / < : 13,1)	12,5 (> : 11,9 / < : 13,0)	12,3 (> : 11,8 / < : 12,8)	12,4 (> : 11,8 / < : 12,8)	12.3 (> : 11.7 / < : 12.7)	12,47
	Été	20,7 (> : 20,1 / < : 21,1)	20,6 (> : 20,0 / < : 21,0)	20,9 (> : 20,4 / < : 21,3)	20,8 (> : 20,2 / < : 21,2)	21,0 (> : 20,5 / < : 21,4)	20,73
	Automne	15,0 (> : 14,4 / < : 15,4)	15,0 (> : 14,4 / < : 15,4)	14,7 (> : 14,1 / < : 15,1)	14,8 (> : 14,2 / < : 15,2)	14,7 (> : 14,1 / < : 15,1)	14,90
2100 (+4°C)	**Hiver**	9,0 (> : 8,2 / < : 9,4)	8,9 (> : 8,1 / < : 9,5)	8,5 (> : 7,7 / < : 8,9)	8,7 (> : 7,9 / < : 9,1)	8,4 (> : 7,6 / < : 8,7)	8,81
	Printemps	13,7 (> : 13,1 / < : 14,5)	13,6 (> : 13,0 / < : 14,4)	13,5 (> : 12,8 / < : 14,2)	13,5 (> : 12,9 / < : 14,3)	13,5 (> : 12,8 / < : 14,2)	13,58
	Été	22,2 (> : 21,3 / < : 22,6)	22,1 (> : 21,1 / < : 22,5)	22,5 (> : 21,6 / < : 23,0)	22,3 (> : 21,4 / < : 22,8)	22,6 (> : 21,7 / < : 23,0)	22,24
	Automne	16,2 (> : 15,6 / < : 16,9)	16,2 (> : 15,6 / < : 16,9)	16,0 (> : 15,4 / < : 16,7)	16,0 (> : 15,5 / < : 16,7)	16,0 (> : 15,4 / < : 16,6)	16,12

- À l'échelle de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, l'augmentation des températures modélisée par la TRACC n'est pas uniforme. Le réchauffement climatique y est proportionnellement plus important en été qu'en hiver. En effet, la température moyenne des différentes médianes hivernales de chaque EPCI connait une hausse de 1,62°C en 2050 (7,62°C) et de 2,7°C en 2100 (8,7°C) en hiver par rapport à la moyenne des médianes de référence de la période 1976-2005 (6,0°C) ; tandis qu'en été, cette température moyenne des différentes médianes augmente de 2,22°C (20,8°C) en 2050 et de 3,76°C (22,34°C) en 2100 par rapport à la moyenne des valeurs médianes de référence (18,58°C).

- L'augmentation des températures moyennes saisonnières est plutôt également répartie et uniforme d'un EPCI du territoire de la Réserve à un autre. De manière générale, qu'il s'agisse des projections 2050-2100 ou bien des températures moyennes saisonnières de références, l'écart maximal de température mesurée entre les 5 EPCI de la Réserve n'excède jamais 0,6°C et se situe normalement entre 0,2°C et 0,4°C. La température atmosphérique territoriale reste assez homogène.

Risques climatiques associés

Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

#Agriculture : La hausse des températures hivernales accélère le passage du stade végétatif au stade de floraison dans le processus de croissance des végétaux. Autrement dit, les chaleurs précoces impliquant des floraisons et bourgeonnement plus précoces rendent les végétaux cultivés vulnérables aux gelées tardives à ce stade de développement. L'installation de cette douceur hivernale accentuera le risque que « *les gelées pourront se produire à des stades végétatifs plus avancés, pouvant avoir de forts impacts pour les cultures* »[97]. Dans ce cadre, sur le territoire de la Réserve, les cultures céréalières situées sur les zones peu humides du pourtour du site Natura 2000 « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet » ainsi que les cultures maraîchères situées sur CAP Atlantique, le Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois, à Campbon et Quilly apparaissent menacées par l'augmentation des températures hivernales.

[97] INRAE, « Agriculture et changement climatique : Impacts adaptation et atténuation », mars 2025, p.30, [en ligne], < https://www.quae-open.com/open_access_download/555/1105 >

Santé environnementale et qualité de vie

La hausse des températures favorise l'apparition et l'installation d'espèces provenant des zones tropicales ou méditerranéenne et potentiellement vectrices de maladies comme le moustique tigre (Chikungunya, Dengue).

Milieux naturels et biodiversité

L'augmentation des températures moyennes entraîne des conséquences sur les milieux naturels et sur la biodiversité dont la composition se modifie peu à peu. Dans ce cadre, la biodiversité (faune) présente dans les 9 sites Natura 2000 et les 7 ENS du territoire de la Réserve de biosphère est particulièrement menacée par la modification de leurs habitats.

Tourisme

La hausse des températures estivales renforcera l'attractivité touristique du territoire. Ceci, dans un contexte national où le réchauffement du sud de la France contribue d'ores et déjà à faire augmenter la fréquentation touristique du territoire (par effet d'évitement de températures trop importantes). La hausse du nombre de touristes impactera la pression exercée sur la ressource en eau (dont les impacts sont traités en p74.) ou encore sur les milieux naturels.

III.2. Jours et nuits chaudes

A) Nombre annuel de jours très chauds

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur présente le nombre annuel de journées très chaudes, c'est-à-dire, celles pour lesquelles le pic de température atmosphérique mesuré dépassera les 35°C en 2050 et 2100. Il permet de compléter l'indicateur précédent relatif aux moyennes saisonnières de températures en dépeignant l'ampleur de l'extrême climatique chaud en été pour chaque territoire.

État actuel et projection future 2050 – 2100 du nombre annuel de jours très chauds

(*En unité*)

	Saint-Nazaire Agglo	CapAtlantique La Baule-Guérande Agglo	Estuaire et Sillon Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	0	0	1	0	1	0,5
2050 +2.7°C	2 (> : 1 ; < : 4)	2 (> : 1 ; < : 3)	4 (> : 2 ; < : 5)	3 (> : 1 ; < : 5)	4 (> : 2 ; < : 6)	2,5
2100 +4°C	5 (> : 3 ; < : 10)	5 (> : 3 ; < : 9)	7 (> : 4 ; < : 12)	6 (> : 3 ; < : 11)	7 (> : 4 ; < : 13)	5,5

- La température atmosphérique journalière sur l'ensemble du territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine n'a jamais excédé 35°C sur la période 1976-2005 sauf une fois par an pour la Communauté de communes Estuaire et Sillon et pour le Pays de Blain Communauté. Selon les valeurs médianes des projections de la TRACC, les 5 EPCI composant le territoire de la Réserve seront concernés par ce phénomène de forte chaleur dès 2050 (de 2 à 4 jours par an selon les territoires) et plus fortement à horizon 2100 (de 5 à 7 jours selon les territoires).

- Le territoire le plus « continental » (Pays de Blain Communauté) est le plus sujet à la hausse du nombre annuel de jours très chauds, de même que la Communauté de communes Estuaire et Sillon. Les territoires littoraux (Saint-Nazaire Agglomération et la Communauté d'agglomération de la Presqu'île de Guérande Atlantique) sont les moins impactés grâce aux vents marins et à leur proximité directe avec l'océan Atlantique. Cependant malgré son climat plus océanique, la partie littorale de Saint-Nazaire Agglomération, dense en population, urbanisée et au sein de laquelle de nombreuses activités dégageant de la chaleur sont présentes, sera impactée par l'effet d'îlot de chaleur urbain qui viendra renforcer la température atmosphérique mesurée de plusieurs degrés et l'inconfort thermique des habitants (des études sont en cours à ce sujet).

Risques climatiques associés

Santé environnementale et qualité de vie

1/ Les très fortes températures amènent des impacts sanitaires délétères pour certaines populations fragiles et sensibles à cet aléa pour des raisons physiologiques (personnes âgées, femmes enceintes, enfants de moins de 6 ans, personnes souffrant de maladies chroniques, personnes en situation de handicap). Selon Santé Publique France, les effets directs immédiats ou différés de l'exposition aux fortes chaleurs vont de l'aggravation de pathologies préexistantes au décès survenant à la « *suite à un coup de chaleur, une déshydratation ou une hyponatrémie* » mais aussi « *du fait d'une aggravation de pathologies chroniques préexistantes telles que des maladies cardiovasculaires, respiratoires, rénales, neurologiques ou psychiatriques* »[98]. Sur le territoire de la Réserve de biosphère, Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo et SNA sont les territoires les plus vulnérables à cet aléa et ses impacts sanitaires[99]. En valeur relative d'abord, 42,2% de la population de CAP Atlantique a 60 ans ou plus en 2022 ; en valeur absolue ensuite, SNA compte 39 192 habitants âgés de 60 ans ou plus en 2022. Le vieillissement projeté pour ces collectivités particulièrement, mais également pour l'ensemble des territoires de la Réserve de biosphère d'ici 2050 accentue la **vulnérabilité du territoire à l'apparition et l'augmentation du nombre de journées chaudes et très chaudes**.

2/ L'absence de vent et la haute pression atmosphérique qui peuvent accompagner une journée très chaude et créent une membrane au sein de laquelle les particules polluantes émises restent captives. L'air pollué stagne et ne se disperse pas. La population est ainsi plus exposée à une qualité de l'air dégradée sur les journées de fortes chaleurs[100]. Parmi les polluants concernés, l'ozone est un polluant secondaire qui se forment lors d'épisodes de températures élevées, il « *est produit sous l'action de la lumière (ultraviolet) à partir de gaz précurseurs émis par des sources naturelles ou des activités humaines. Les concentrations élevées en ozone dans l'air s'observent surtout en cas de fort ensoleillement* »[101]. Les effets sanitaires d'une exposition à l'ozone sont liés « *à son pouvoir oxydant et inflammatoire. Le gaz pénètre facilement*

98 Voir < https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/724415/4681876?version=1 >

99 La vulnérabilité des populations face aux changements climatiques dans les Pays de la Loire, GIEC PDL, p38 : https://giec-pl.org/wp-content/uploads/2025/09/Rapport-vulnerabilite-des-populations-GIEC-PL.pdf

100 < https://www.santepubliquefrance.fr/content/download/182532/2307220 >

101 < https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/dossiers-thematiques/societe/sante >

jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et favorise le passage d'autres allergènes ou polluants. Les effets les plus immédiats (irritation et inflammation des yeux, de la gorge, du nez et des bronches, toux) conduisent à une diminution de la fonction respiratoire, une augmentation de la susceptibilité aux infections et une fatigue cardiaque »[102]. La population est d'autant plus exposée à la production et la stagnation de l'ozone dans l'air, qu'elle se situe en milieu urbanisé. À cet égard, la population de Saint-Nazaire Agglomération, dont le territoire est fortement urbanisé, industrialisé et qui possède une concentration moyenne annuelle d'ozone supérieure à la moyenne régionale en Pays de la Loire[103], est particulièrement vulnérable à cet impact sanitaire résultant de l'augmentation du nombre de journées très chaudes.

◉ Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

#Agriculture : L'accentuation de l'évapotranspiration entraînée par l'augmentation de la température atmosphérique assèche les végétaux (stress thermique) et réduit leur croissance et développement (le processus de remplissage du grain s'interrompt) ce qui occasionne des pertes de rendements. Également, le risque d'échaudage se manifeste « *à partir d'une température de 25°C* »[104] et vient impacter lui aussi la production agricole céréalière et ses rendements. En ce sens, sur le territoire de la Réserve, les cultures céréalières situées sur les zones peu humides du pourtour du site Natura 2000 « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet » ainsi que les cultures de fruits et légumes sur Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo apparaissent vulnérables à l'accroissement du nombre de jours très chauds.

Cette situation de stress thermique touche aussi les élevages bovins lait et viande présents sur le territoire (activité agricole principale du territoire de la Réserve). À partir de 25°C, le bovin est en état de stress thermique modéré, et à partir de 35°C il est en stress thermique extrême[105] ce qui nuit à sa santé mais également à la production associée aux cheptels (production laitière notamment[106]). Dans ce cadre, les fermes en production bovine situées en cœur de Brière, celles de production laitière situées sur les coteaux et les plateaux bocagers qui entourent la Brière (bocage du Haut-Brivet et de la Presqu'île guérandaise) ou encore les élevages bovins situés sur les communes de Lavau ou La-Chappelle-Launay apparaissent

[102] Ibid.
[103] Air Pays de la Loire, « Rapport annuel 2024 », op.cit
[104] Voir < https://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/250 >
[105] < https://climatbat.chambres-agriculture.fr/bovins/stress-thermique-chez-les-bovins >
[106] CNIEL- Impacts du stress thermique sur les vaches laitières < https://idele.fr/umt-ebis/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F6e71a361-6b6e-460d-a140-aed81d7c8e89&cHash=50557fae57f74ca602d0212ba1ae25bd >

fortement vulnérables à l'accroissement du nombre de jours très chauds.

Activités économiques de transformation (industrie)

Les hautes températures augmentent la combustibilité des hydrocarbures. Les produits pétrochimiques stockés et maniés à Donges ou à Montoir-de-Bretagne sont thermosensibles, c'est-à-dire qu'avec l'accroissement du nombre de jours avec fortes chaleurs, certains produits s'évaporent et créer des concentrations de vapeurs inflammables qui peuvent mener à des incendies chimiques aux conséquences sanitaires catastrophiques. En outre, les jours de forte chaleur menacent directement la santé des travailleurs, l'INRS évoque les « *valeurs de 30 °C pour une activité sédentaire et 28 °C pour un travail nécessitant une activité physique* »[107] comme repère de vigilance, tout en précisant que « *certaines situations de travail peuvent être dangereuses en-dessous de 28 °C (…) la température de l'air ne suffisant pas à évaluer les risques liés aux ambiances thermiques chaudes* ». Ainsi, l'arrivée de très fortes chaleurs sur le territoire à horizon 2050 et 2100 menace la santé des ouvriers des zones industrialo-portuaires en augmentant le probabilité de coups de chaleurs ou de déshydratation pouvant mener au décès. Les activités métallurgiques sur le port de Saint-Nazaire sont elles aussi concernées. De manière générale, l'industrie présente sur le territoire de Saint-Nazaire agglomération est basée sur des processus émetteur de chaleur et se déroule sur des surfaces entièrement artificialisées, ce qui accroît en retour la température de surface et contribue au phénomène d'ICU. L'ensemble des travailleurs en extérieur est concerné par ce risque.

Tourisme

#Santé : Pour le secteur touristique balnéaire situé sur le littoral de la Réserve de biosphère, l'accroissement du nombre de jours très chauds implique de repenser le confort thermique des lieux d'hébergement et des établissements recevant du public ainsi que de réaménager les horaires d'ouverture de ces derniers sur les journées très chaudes.

Infrastructures (mobilité et énergie)

#Énergie :

1/ Les canicules impactent la résilience physique de l'ensemble des réseaux électriques (transport et distribution) « *la chaleur a en effet pour conséquence de*

[107] Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, « Canicule et fortes chaleurs au travail », juin 2025, [en ligne], < https://www.inrs.fr/header/presse/cp-forte-chaleur-canicule.html#:~:text=La%20chaleur%20peut%20constituer%20un,rep%C3%A8res%20pour%20agir%20en%20pr%C3%A9vention. >

dilater les liaisons électriques aériennes »[108], entraînant une diminution de l'électricité acheminée et une dégradation des lignes de transport. S'agissant du réseau de distribution, les gestionnaires de réseaux font également face à une diminution de « *la performance des matériels* »[109] pouvant conduire « *à une diminution du volume d'électricité transporté* »[110] à cause de l'effet Joule, phénomène d'échauffement des câbles conducteurs par le passage de l'électricité pouvant occasionner des coupures de courant. Les réseaux aériens situés majoritairement en zones rurales sont particulièrement sensibles à cet aléa.

2/ L'élévation des températures comporte également des effets sur la production d'énergie solaire photovoltaïque du territoire. En effet, « *l'efficacité de la production d'énergie solaire diminue à mesure que la température augmente, généralement de 0,3 % à 0,5 % par degré au-dessus de 25 °C. Des températures extrêmes peuvent également augmenter la résistance électrique des circuits et endommager les cellules et autres matériaux* »[111]. Plus spécifiquement, concernant l'indicateur étudié ici, « *si la température de surface dépasse 35 °C et fait monter la température des panneaux solaires à 70 °C, le rendement photovoltaïque peut chuter de 13,5 à 22,5 %* »[112]. Cette température de 70°C peut également endommager de manière irrémédiable un panneau solaire[113].

#Mobilités :

1/La survenue de fortes chaleurs entraîne une modification du comportement des individus en matière de déplacement. Une étude menée par la Caisse des Dépôts révèle qu'« qu'une hausse d'1°C entraine la modification ou suppression d'au moins 1 déplacement sur 100 »[114]. Les réseaux de transports du territoire doivent s'adapter et prévoir l'adaptation de l'offre à ces stratégies de démobilité, de report modal, de décalage temporel des déplacements lors des fortes chaleurs.

---

108 < https://www.rte-france.com/wiki-energie/impact-changement-climatique-systeme-electrique-francais >

109 < https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2024-03/20240312-RPA-2024-CDVI-adaptation-reseaux-transport-distribution-electricite.pdf?fbclid=IwY2xjawMPzgJleHRuA2FlbQIxMABicmlkETBlU2NyR0xtZDQ5RlhuRDB2AR46YyjAHMBvEaJLFj4C4QhGpcQWgfSsZb6iqjN6hoe3qFMlxJki2mRlJ5AD8A_aem_ikY3HvO3vj7Uv5qTJw_-Ng >, p.360

110 Ibid.

111 Agence Internationale de l'Énergie, Climate Resilience for Energy Security report 2022, p.89 [en ligne], < https://iea.blob.core.windows.net/assets/10229b31-fd82-4371-b92c-a554f95369ea/ClimateResilienceforEnergySecurity.pdf >

112 Ibid.

113 < https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/climate-and-natural-catastrophe-risk/climate-change-solar-power.html#:~:text=PV%20panels%20decrease%20in%20efficiency,increase%20above%2025%C2%B0C.&text=This%20is%20caused%20by%20cell,higher%20than%20the%20environment%20temperature. >

114 < https://www.caissedesdepots.fr/sites/ms-cdc-fr/files/2025-07/Rapport%20-%20Impacts%20des%20%C3%A9pisodes%20de%20fortes%20chaleurs%20sur%20la%20mobilit%C3%A9.pdf >

2/ Les fortes chaleurs impactent également les infrastructures de mobilité : sur le ferroviaire, elles peuvent conduire à dilater les rails et détendre les caténaires [115] (le cuivre et l'acier étant des matériaux sensibles à la surchauffe) amenant une réduction de la vitesse de circulation des trains et multipliant les dysfonctionnements du réseau ferré. S'agissant du réseau routier, l'asphalte et le bitume fondent sous l'effet d'une chaleur intense (phénomène de ressuage[116]) occasionnant des perte d'adhérence pour les véhicules.

[115] < https://www.sncf-reseau.com/fr/le-reseau-aujourdhui/la-gestion-des-aleas-climatiques/les-fortes-chaleurs-notre-defi >

[116] < https://www.sarthe.fr/actualites/fortes-chaleurs-des-interventions-pour-preserver-les-routes-departementales >

B) Nombre annuel de nuits chaudes

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur présente le nombre annuel de nuits chaudes, c'est-à-dire, celles pour lesquelles la pic de température atmosphérique nocturne mesuré dépassera les 20°C en 2050 et 2100.

État actuel et projection future 2050 – 2100 du nombre annuel de nuits chaudes (source : ClimaDiag)

(*En unité*)

	Saint-nazaire agglo	CapAtlantique La Baule-Guérande Agglo	Estuaire et Sillon Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	1	1	2	1	2	1
2050 (+2.7°C)	9 (> : 6 ; < : 12)	9 (> : 6 ; < : 13)	10 (> : 6 ; < : 14)	9 (> : 6 ; < : 13)	10 (> : 6 ; < : 14)	9
2100 (+4°C)	20 (> : 14 ; < : 25)	20 (> : 14 ; < : 26)	21 (> : 15 ; < : 27)	20 (> : 14 ; < : 25)	21 (> : 15 ; < : 27)	20

- Pour l'ensemble des territoires de la Réserve de biosphère, le nombre de nuits où la température atmosphérique dépasse les 20°C passe de 1 à 2 jours (selon les territoires concernés) en moyenne sur la période 1976-2005 à 9 ou 10 jours en 2050 selon les valeurs médianes. La projection à horizon 2100 fait état d'un doublement du nombre de nuits chaudes par rapport à la projection 2050 (20 ou 21 jours selon les valeurs médianes des différents territoires).
- Cet indicateur ne prend pas en compte l'effet d'îlot de chaleur urbain, évoqué précédemment, et qu'on retrouve dans les zones habitées et qui viendra accroitre la température atmosphérique nocturne présentée dans cet indicateur.

Risques climatiques associés

Santé environnementale et qualité de vie

La chaleur nocturne aggrave les effets des fortes chaleurs en journée et accentue leurs impacts sanitaires (et notamment leur morbidité). Le fait d'avoir une chaleur qui ne baisse pas beaucoup la nuit diminue la récupération du corps et fragilise le métabolisme (déjà impacté en journée par les hautes températures) qui ne se régénère pas convenablement en soirée. Le métabolisme est ainsi exposé au stress thermique en continu. Les zones de la Réserve assez urbanisées seront davantage confrontées et sensibles à l'accentuation future du nombre de nuits tropicales. À ce titre**, 130 hectares d'habitats sont inventoriés en zone sensible à la surchauffe urbaine sur le territoire de la Réserve de biosphère**, majoritairement dans les centres-villes des communes suivantes : Saint-Nazaire, La Baule Escoublac, Le Pouliguen, Le Croisic, La Turballe, Batz-sur-Mer. Bien que ces villes soient situées sur le littoral et qu'elles profitent de l'influence océanique, l'îlot de chaleur urbain peut-être marqué dans certains quartiers densément bâtis et peu végétalisés et/ou comportant des sols imperméables, naturels ou artificiels absorbant la chaleur en journée et la restituant la nuit.

Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

Agriculture : La plus faible diminution de la température nocturne contribue au stress thermique des élevages et à la diminution de la production laitière[117]. Les élevages bovins laits situés sur les coteaux et les plateaux bocagers qui entourent la Brière (bocage du Haut-Brivet et de la Presqu'île guérandaise) apparaissent particulièrement exposés et vulnérables à cet accroissement annuel du nombre de nuits chaudes.

III.3. Nombre de jours par saison avec sol sec

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur présente le nombre de jours pour chaque saison avec des sols en état de sécheresse. Un sol en état de sécheresse est un sol dont l'indice d'humidité en superficie (SWI - *Soil Wetness Index*) est inférieur à 0,4.

[117] CNIEL- Impacts du stress thermique sur les vaches laitières https://idele.fr/umt-ebis/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F6e71a361-6b6e-460d-a140-aed81d7c8e89&cHash=50557fae57f74ca602d0212ba1ae25bd

État actuel et projection future 2050 – 2100 du nombre de jours par saison avec sol sec (source : ClimaDiag)

(*En unité*)	**Saisons**	Saint-nazaire agglo	CapAtlantique La Baule-Guérande Agglo	Estuaire et Sillon Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	**Hiver**	3	2	2	3	2	2,5
	Printemps	7	7	10	8	9	7,5
	Éte	80	78	82	81	80	80
	Automne	65	61	65	66	64	64
2050 +2.7°C	**Hiver**	3 (>: 0 <: 7)	2 (>: 0 <: 6)	3 (>: 0 <: 7)	3 (>: 0 <: 6)	2 (>: 1 <: 7)	2,5
	Printemps	9 (>: 7 <: 14)	10 (>: 7 <: 14)	13 (>: 9 <: 18)	11 (>: 7 <: 15)	12 (>: 8 <: 17)	10,5
	Éte	83 (>: 78 <: 88)	83 (>: 77 <: 88)	85 (>: 78 <: 89)	84 (>: 80 <: 88)	84 (>: 78 <: 88)	83
	Automne	71 (>: 62 <: 78)	68 (>: 58 <: 76)	71 (>: 61 <: 79)	72 (>: 64 <: 79)	70 (>: 61 <: 77)	70,5
2100 +4°C	**Hiver**	6 (>: 2 <: 12)	4 (>: 1 <: 10)	5 (>: 1 <: 11)	6 (>: 2 <: 12)	5 (>: 1 <: 12)	5
	Printemps	10 (>: 5 <: 20)	10 (>: 5 <: 21)	12 (>: 7 <: 23)	11 (>: 6 <: 22)	12 (>: 6 <: 22)	10,5
	Éte	85 (>: 76 <: 91)	84 (>: 74 <: 90)	87 (>: 77 <: 91)	86 (>: 78 <: 91)	86 (>: 78 <: 91)	85
	Automne	75 (>: 62 <: 82)	72 (>: 59 <: 79)	74 (>: 62 <: 82)	76 (>: 65 <: 81)	75 (>: 66 <: 81)	74

- Les projections 2050-2100 laissent entrevoir une forte accentuation du phénomène de sécheresse automnale. Le nombre médian de jours avec des sols en état de sécheresse en automne sur le territoire de la Réserve de biosphère (à l'échelle des 5 EPCI) connaît une hausse de 9,23 % en 2050 (71 jours) et de 15,38 % en 2100 (75 jours) par rapport à la période 1976-2005 (65 jours). Tandis qu'en été, la hausse du nombre médian de jours avec des sols en état de sécheresse est moins prononcée avec + 5 % en 2050 (84 jours) et +7,5 % en 2100 (86 jours) par rapport à cette même période de référence (80 jours).

- Ce phénomène de sécheresse automnale ne doit pas faire oublier que la réalité de la sécheresse estivale (qui progresse également donc) est très prégnante sur le territoire de la Réserve de biosphère. À titre de comparaison, les valeurs médianes des projections 2050 et 2100 pour les saisons estivales et automnales sont supérieures à celles de la Métropole montpelliéraine par exemple, très exposée au réchauffement climatique.

Risques climatiques associés

Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

#Agriculture :

1/ La nette accentuation du phénomène de sécheresse automnale menace la disponibilité de la ressource en eau. En effet, « *la période de recharge des nappes s'étend du début de l'automne (septembre - octobre) au début du printemps (mars - avril)* »[118], or la sécheresse automnale va entraver le début de cette recharge dans un contexte marqué par une augmentation du nombre de jours avec sol sec l'été également. Cela aura pour effet d'accélérer la date et la longueur de la période d'étiage et donc d'accentuer la pression sur la ressource en eau au moment où les prélèvements sont les plus importants pour le secteur agricole, à savoir en période estivale pour faire face au stress hydrique des végétaux causé par les extrêmes chauds. Dans ce cadre, sur le territoire de la Réserve, les cultures céréalières (très hydrovores) situées sur les zones peu humides du pourtour du site Natura 2000 « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet » apparaissent vulnérables à l'accroissement du nombre de jours avec sol sec. En particulier les communes de Saint-Lyphard, Guérande, Herbignac et la Chapelle des Marais qui

[118] BRGM, « État des nappes d'eau souterraine », [en ligne], < https://www.brgm.fr/fr/etat-nappes-eau-souterraine-suivi-assure-brgm >

accueillent une partie de ces cultures céréalières et qui connaissent un taux territorial moyen en alerte sécheresse (eaux superficielles et/ou souterraines) élevé de 62 %[119] en période estivale (calculé sur les mois de juillet-août 2018-2022). Également, l'abreuvement des cheptels bovins est menacé par des potentielles restrictions d'usage car les « *besoins d'eau en élevage ruminant sont très majoritairement liés à l'abreuvement des animaux (d'au moins 80% en élevage laitier (…) Les problèmes d'approvisionnement se posent donc alors que les besoins des animaux augmentent du fait de la chaleur, pour l'abreuvement ainsi que le rafraîchissement* »[120].

2/ Les sécheresses altèrent « *le niveau d'autonomie fourragère des élevages de ruminants* »[121].

◉ Cycle de l'eau (grand et petit cycle)

#Petit cycle de l'eau : La vulnérabilité quant à l'accessibilité à la ressource en eau est particulièrement prononcée pour le Pays de Pontchâteau et ses communes de Missillac, Sévérac, Saint-Gildas-des-Bois, Guenrouët et Quilly qui connaissent un taux territorial moyen en alerte sécheresse (eaux superficielles et/ou souterraines) calculé sur les mois de juillet-août 2018-2022 de 67%[122] (le plus élevé sur le territoire de la Réserve de biosphère). Les communes de Missillac et de Saint-Gildas-des-bois possèdent d'ailleurs chacune un site de captage en nappe géré par Atlantic'Eau[123]. Le point de vigilance est fort sur ce territoire concernant son approvisionnement en eau potable. L'accentuation de la sécheresse à venir augmentera sa vulnérabilité sur l'approvisionnement en eau potable d'ici 2050 et 2100. Pour les territoires de la Réserve déjà déficitaires sur (CAP Atlantique et SNA), la contrainte d'alimentation en eau potable est dépendant des évolutions climatiques à l'échelle des bassins versants de la Loire et de la Vilaine.

119 < https://territoiresfertiles.fr/cartes/alertes-secheresse/communes >
120 < https://idele.fr/detail-article/secheresse-2023-labreuvement-des-animaux-quand-les-ressources-en-eau-sont-au-plus-bas >
121 < https://afpf-asso.fr/article/adaptations-de-la-conduite-des-troupeaux-bovins-et-ovins-aux-risques-de-secheresse >
122 < https://territoiresfertiles.fr/cartes/alertes-secheresse/communes >
123 < https://www.atlantic-eau.fr/les-ressources-en-eau >

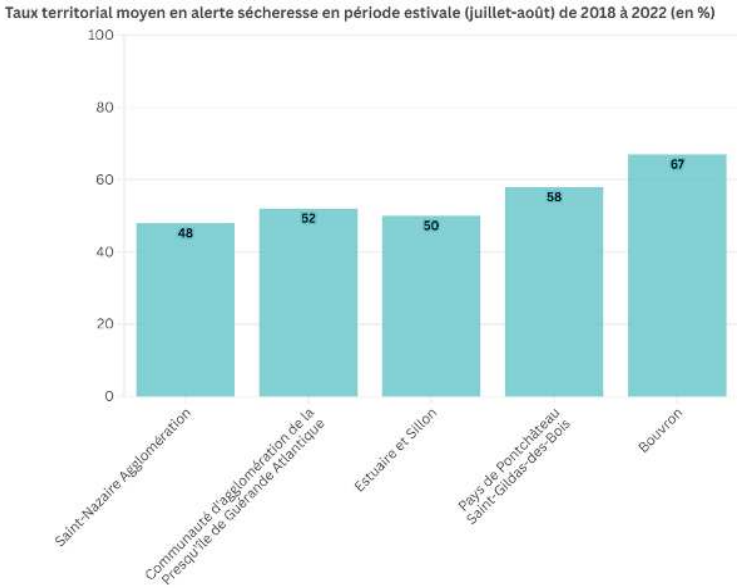


Figure 25 Taux territorial moyen en alerte sécheresse lors des périodes estivales (juillet - août) de 2018 à 2022 sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo[124]

Activités économiques de transformation (industrie)

Le pôle industriel Saint-Nazaire Loire Estuaire comporte un nombre d'entreprises très consommatrices d'eau parmi lesquelles la raffinerie à Donges qui consomme 3 millions de m³ d'eau[125] par an pour du refroidissement. Également, il faut noter la présence de 12,5%[126] d'établissements agroindustriels (très consommateur d'eau) sur ce périmètre industriel. Sur le territoire de Saint-Nazaire Agglomération, le secteur industriel consomme chaque année environ 1/3 des 18,4 millions de m³[127] (soit environ 6,13 m³) distribués par l'agglomération. Dans un contexte de tensions autour de la disponibilité de la ressource, ces industries pourraient faire face à des restrictions ainsi qu'à une redéfinition des usages de cette ressource. En fonction des arbitrages rendus par les instances étatiques déconcentrées, cela pourra occasionner une diminution de l'activité et de la production pour ces industries.

Milieux naturels et biodiversité

#Habitats : La pression sur la ressource en eau conséquente à l'accentuation des sécheresses estivales et automnales implique une tension sur les ressources en eau disponibles pour la biodiversité, amplifiée par une augmentation des usages agricoles et touristiques l'été. Le manque d'eau impacte également le processus biologique d'auto-épuration « *par lequel l'eau présente dans la nature (…) se nettoie elle-même lorsque la quantité de matières*

[124] Source : < https://territoiresfertiles.fr/cartes/alertes-secheresse/epcis >

[125] < https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/saint-nazaire-44600/la-raffinerie-consomme-3-millions-de-m3-d-eau-par-an-940ce032-497d-11ed-8da3-410856ccb182 >

[126] Agence Nationale de la Cohésion des Territoires, Territoire d'industrie Saint-Nazaire Loire Estuaire, op.cit

[127] < https://www.saintnazaireagglo.fr/actualite/climat-leau-une-ressource-precieuse/#:~:text=L'Agglom%C3%A9ration%20a%20adopt%C3%A9%20une,consomm%C3%A9%20par%20les%20industries%20locales. >

polluantes qui y est rejetée n'est pas trop importante »[128]. Ceci rend un très grand nombre de milieux naturels et de paysages vulnérables à l'accroissement du nombre de jours avec sol sec sur le territoire de la Réserve de biosphère :

- Les marais : marais du Mès et le grand ensemble des marais du Brivet et de Brière ;
- Les plateaux bocagers et mixtes : coteaux guérandais, les plateaux bocagers du sillon de Guérande (La Turballe, Mesquer, Saint-Molf, Guérande et Saint-Lyphard), le plateau bocager boisé d'Herbignac (Assérac, Férel, Camoël et Herbignac) ainsi que le plateau bocager du sillon de Bretagne (qui traverse en partie la CC Estuaire et Sillon et le Pays de Pontchâteau – Saint-Gildas-des-Bois) ;
- Les grandes vallées de Loire : les vallées longeant l'Estuaire de la Loire autours de La Chapelle Launay (Mismy, la Cure, Malhara, la Carriais et Boitouze).

Plus spécifiquement, la sécheresse accentue la fragmentation des zones humides et marécageuses par l'enfrichement et l'atterrissement. En retour, « *l'enfrichement entraîne une modification sensible de la biodiversité présente dans les zones humides* »[129].

#Faune : La survenue de très fortes températures combinées aux sécheresses météorologiques et hydrologiques[130] favorisent la prolifération de la toxine botulique dans les étangs ou les lacs[131], amenant des épisodes de botulisme aviaires. Ces épisodes viennent décimer une partie de la faune sauvage du territoire. En 2025, 5 000 cadavres d'oiseaux ont été ramassés sur le territoire du PNRB après un épisode de botulisme aviaire

Tourisme

#Ressource en eau : En été, le tourisme balnéaire est au plus fort de son activité. La multiplication des touristes dans les zones littorales de la Réserve de biosphère conjuguée aux fortes températures implique une forte progression estivale de la consommation d'eau : potable, sanitaire, de loisirs (piscine, golfs, etc.). Cette augmentation a lieu dans un contexte de pression générale sur la ressource en raison de la forte demande du secteur agricole pour irriguer les cultures notamment. Cela peut engendrer des conflits d'usages dans ce contexte d'accroissement de la sécheresse estivale qui touchera le territoire de la Réserve de biosphère à horizon 2050 et 2100. D'autant que les

128 < https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/png/PNG%202011/14_fiche_qualite_de_l_eau_web.pdf >

129 < https://letg.cnrs.fr/recherche/ecofriche-phase-2-lenfrichement-des-milieux-humides-en-bretagne-croisement-des-enjeux-biodiversite-des-usages-et-des-representations/ >

130 PNRB, < https://www.parc-naturel-briere.com/actualite/botulisme-aviaire-en-briere-une-crise-maitrisee-grace-a-la-mobilisation-collective/ >

131 ANSES, < https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT-Fi-BotulismeAviaire.pdf >

besoins en eau du secteur touristique balnéaire sont susceptibles de croître en raison de l'attractivité que l'Arc littoral atlantique représentera à mesure que le réchauffement climatique avancera dans les destinations du pourtour méditerranéen français.

#Éco-tourisme : Le tourisme tourné vers l'exploration des ressources naturelles du PNRB (pouvant être alimenté par une partie du public touristique balnéaire l'été) peut apparaître, dans une moindre mesure, vulnérable à l'accroissement du nombre de jours avec sols secs. En effet, le stress hydrique sur les espèces végétales peut conduire ces dernières à migrer entrainant la migration d'autres espèces en cascade (modification de leur habitats). Cette modification paysagère et faunistique peut réduire l'attractivité réputée du territoire pour les écotouristes. Ce risque n'apparaît pas comme majeur pour le secteur touristique de la Réserve de biosphère, principalement centré sur les zones balnéaires, mais doit tout de même être signalé.

◉ Aménagement urbain et bâtiments (dont habitat)

#Urbanisme : Un sol plus souvent sec est aussi un sol davantage exposé au risque de Retrait Gonflement des Argiles (RGA). Sur le territoire de la Réserve de biosphère, les zones déjà fortement exposées au risque RGA (identifiées par les cartographies de la p.30 et des annexes) sont les communes de Donges, Quilly, Genrouet et Bouvron. Dans cette perspective, la localisation et les procédés constructifs de l'habitat et de toutes les infrastructures situées en zones d'aléa fort doivent être questionnés. Il s'agit notamment des équipements publics et privés, mais aussi des réseaux énergétiques et d'eau (enterrés à fortiori mais aussi les réseaux à la surface), ou encore des réseaux routiers.

◉ Enjeux transversaux

L'augmentation et l'étirement des épisodes de sécheresses sur le territoire accentuera les périodes d'étiage des cours d'eau favorisant l'intrusion saline des milieux aquatiques situés sur l'estuaire ou en zone rétro-littorale proche. En effet, le GIP Estuaire Loire identifie le débit comme étant « le facteur contrôlant le plus la salinité sur l'ensemble des stations SYVEL »[132] (stations de mesure dont il a la charge). Également, l'assec des aquifères côtiers favorise le phénomène de biseau salé. L'ensemble des impacts de ces phénomènes renforcés par la sécheresse sont décrits en p.95.

[132]GIP Loire Estuaire, « La salinité de l'eau », *Cahier des indicateurs n°1*, décembre 2021

III.4. Nombre de jours avec risque significatif de feu de végétation

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur met en avant le nombre de jours par an avec un risque élevé d'occurrence des feux de forêt et de végétation. Un jour est considéré à risque significatif de feu lorsque l'Indice Forêt Météo (IFM) est supérieur à 40. L'IFM se compose de 4 indicateurs : deux renseignant l'humidité (la teneur en eau dans un échantillon de matière) des sols et deux autres modélisant le comportement potentiel d'un feu (vitesse de propagation et la quantité de combustible brûlable). Cet indicateur de la TRACC met en avant l'ampleur du risque incendie pour les milieux naturels et la biodiversité dans un contexte de réchauffement climatique.

État actuel et projection future 2050 – 2100 du nombre de jours avec risque significatif de feu de végétation (source : ClimaDiag)

(*En unité*)	Saint-nazaire agglo	CapAtlantique LA BAULE-GUÉRANDE AGGLO	ESTUAIRE ET SILLON Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	3	3	4	3	3	3
2050 +2.7°C	9 (> : 3 ; < : 15)	7 (> : 2 ; < : 13)	9 (> : 3 ; < : 16)	9 (> : 2 ; < : 15)	9 (> : 2 ; < : 17)	8,5
2100 +4°C	14 (> : 7 ; < : 28)	11 (> : 6 ; < : 24)	15 (> : 7 ; < : 28)	14 (> : 6 ; < : 27)	15 (> : 6 ; < : 28)	13

À horizon 2050, la valeur médiane du nombre de jours avec risque significatif de feu de végétation double ou triple (selon les EPCI) la valeur de référence sur la période 1976-2005. En 2100, c'est une multiplication d'un facteur 4 à 5.

Risques climatiques associés

Aménagement urbain et bâtiments (dont habitat)

#Urbanisme : À l'échelle de la Réserve de biosphère, le risque incendie passe d'un risque léger, voire inexistant sur la période 1976-2005, à un risque à intégrer de manière systémique dans les documents de planification pour l'ensemble du territoire. En effet les opérations d'aménagement effectuées aujourd'hui engagent les territoires sur des horizons temporels longs et doivent intégrer dans leurs réflexions les manières d'aménager le territoire au regard de l'accroissement du risque de feu de végétation. Cela est notamment vrai dans le Pays de Pontchâteau Saint-Gildas-des-Bois qui comporte des communes particulièrement boisées comme Missillac, Sainte-Anne-sur-Brivet, Saint-Gildas-des-Bois et Sainte-Reine-de-Bretagne ; ou encore dans Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo et ses communes de Saint-Lyphard, Herbignac et Piriac-sur-Mer. Les communes fortement boisées de Saint-Nazaire Agglomération telles que La Chappelle-des-Marais Saint-André-des-Eaux sont aussi concernées.

#Prévention : Le risque accru d'incendie nécessite une attention particulière sur les aspects de prévention (par exemple obligation de défrichage).

#Secours : L'augmentation du risque interroge également sur l'équipement des secours pour faire face à l'augmentation de la fréquence de cet aléa.

Milieux naturels et biodiversité

Les feux de végétation impactent la flore, socle de biodiversité. À l'échelle de la Réserve de biosphère, les zones particulièrement boisées ou bocagères suivantes apparaissent vulnérables à l'accentuation des feux de végétation : coteaux guérandais, les plateaux bocagers du sillon de Guérande (La Turballe, Mesquer, Saint-Molf, Guérande et Saint-Lyphard), le plateau bocager boisé d'Herbignac (Assérac, Férel, Camoël et Herbignac) ainsi que le plateau bocager du sillon de Bretagne (qui traverse en partie la CC Estuaire et Sillon et le Pays de Pontchâteau – Saint-Gildas-des-Bois).

Plus spécifiquement sur les zones des marais de Brière, les tourbières lorsqu'elles sont asséchées deviennent des combustibles dont la propagation peut être favorisée par des problèmes d'accessibilité pour les pompiers (les marais étant accessibles en chalands principalement).

Infrastructures (énergie et mobilité)

#Énergie : La survenue d'incendies peut impacter les lignes aériennes des réseaux électriques du territoire. En effet, la chaleur dégagée par les incendies peut affecter la capacité de transit des câbles (échauffement des câbles qui accentue l'effet Joule) et occurer des coupures d'électricité.

#Mobilités : La survenue de feux de végétation peut entraîner la fermeture d'axes routiers, a fortiori lorsque le feu se propage et occasionne des chutes d'arbres le long des routes.

Tourisme

#Éco-tourisme : L'accès aux milieux naturels peut être entravé par l'accentuation du risque incendie et ainsi miner les pratiques écotouristiques du territoire.

III.5. Nombre annuel de jours de gel

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur renseigne le nombre annuel de jours de gel, c'est-à-dire le nombre de jours où la température descend en dessous de 0 °C à horizon 2050 et 2100 par rapport à la valeur de référence 1976-2005.

État actuel et projection future 2050 – 2100 du nombre de jours de gel annuel moyen (source : ClimaDiag)

(*En unité*)	Saint-nazaire agglo	CapAtlantique LA BAULE-GUÉRANDE AGGLO	ESTUAIRE ET SILLON Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	23	23	28	26	28	24
2050 +2.7°C	12 > : 9 < : 14	12 > : 9 < : 14	15 > : 11 < : 17	13 > : 10 < : 16	15 > : 11 < : 17	12
2100 +4°C	7 > : 5 < : 13	8 > : 5 < : 13	9 > : 6 < : 15	9 > : 6 < : 15	9 > : 6 < : 16	8

- À horizon 2050, le nombre de jours de gel annuel moyen est divisé par deux (ou presque selon les territoires) par rapport à la valeur de référence 1976-2005 sur l'ensemble du territoire de la Réserve de biosphère.
- À l'échelle de la Réserve de Biosphère Entre Loire et Vilaine le nombre médian annuel de jour de gel sera de 13 d'ici 2050 et de 9 d'ici 2100 par rapport à une valeur de référence médiane de 26 jours sur la période 1976-2005.

Risques climatiques associés

Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

#Agriculture :
1/ La baisse du nombre de jours de gel aura des impacts sanitaires sur le secteur agricole de la Réserve car les gelées hivernales régulent la présence de nuisibles ravageurs dans le sol et les eaux en éliminant leurs œufs. La diminution du nombre de jours de gel signifie donc une certaine continuité de l'activité microbienne de ces bio-agresseurs.

III.6. Précipitations

A. Cumul de précipitations par saison

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur présente le cumul de précipitation pour chaque saison. Les cumuls de précipitations sont exprimés en millimètres (mm), 1 mm de précipitations correspondant au recueil d'un litre d'eau par mètre-carré de surface au sol.

État actuel et projection future 2050 – 2100 du cumul de précipitations par saison (source : ClimaDiag)

(*En mm*)	Saisons	Saint-nazaire agglo	CapAtlantique LA BAULE-GUÉRANDE AGGLO	ESTUAIRE ET SILLON Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	Hiver	227	237	234	238	235	234
	Printemps	173	179	181	181	182	178,5
	Éte	116	121	127	124	129	121,5
	Automne	226	228	220	224	217	225
2050 +2.7°C	Hiver	264 > : 231 < : 303	277 > : 241 < : 321	274 > : 238 < : 309	274 > : 240 < : 316	274 > : 236 < : 307	272,5
	Printemps	181 > : 166 < : 208	188 > : 171 < : 212	187 > : 172 < : 214	188 > : 172 < : 211	188 > : 174 < : 211	186
	Éte	102 > : 85 < :123	105 > : 88 < :129	111 > : 91 < : 133	110 > : 91 < : 135	115 > : 93 < : 135	106
	Automne	225 > : 193 < : 261	232 > : 192 < : 266	217 > : 189 < : 247	221 > : 192 < : 254	215 > : 185 < : 238	225
2100 +4°C	Hiver	247 > : 220 < : 340	253 > : 228 < : 359	256 > : 230 < : 348	257 > : 226 < : 351	253 > : 225 < : 350	253
	Printemps	195 > : 152 < : 220	203 > : 160 < : 228	198 > : 159 < : 224	199 > : 161 < : 227	190 > : 163 < : 223	199
	Éte	93 > : 65 < : 121	94 > : 66 < : 133	98 > : 78 < : 129	94 > : 71 < : 133	98 > : 76 < : 134	94,5
	Automne	210 > : 191 < : 255	212 > : 191 < : 258	206 > : 183 < : 240	210 > : 192 < : 245	204 > : 186 < : 233	210

- Pour chaque EPCI, les totaux de précipitation augmentent à horizon 2050 par rapport à la période de référence. Cet accroissement général de la pluviométrie s'accompagne cependant d'un réagencement des équilibres saisonniers : il pleuvra davantage en hiver et moins en été. Ceci implique une accentuation des extrêmes climatiques que sont les inondations par crue ou ruissellement et la sécheresse. À horizon 2100, l'ensemble des totaux de précipitation repassent en dessous de leur valeur sur la période de référence. À l'exception de SNA qui voit son total diminuer entre 2050 et 2100, sans pour autant passer en dessous de la normale (1976-2005).
- Les cumuls de précipitation qui devraient augmenter pour les saisons hivernales et automnales en 2050 par rapport aux valeurs de références 1976-2005, diminueraient ensuite en 2100, passant souvent en dessous de la valeur de référence pour la saison automnale.
- Entre 2050 et 2100, le cumul de précipitations en été continue à baisser pour les 5 EPCI du territoire de la Réserve de biosphère.

Risques climatiques associés

Cycle de l'eau (grand et petit cycle)

#Petit cycle de l'eau : La diminution marquée du cumul de précipitation en été viendra impacter la disponibilité de la ressource en eau dans ce moment de tension déjà exacerbé par un usage concurrentiel (agriculture, industrie, habitat, tourisme). Les différentes conséquences territoriales qui en résultent en matière de risque ont été traitées en p70 et suivantes.

#Grand cycle de l'eau :

1/ L'intensification des épisodes de sécheresse risque d'assécher les tourbières, dont la présence constitue un avantage considérable dans l'adaptation du territoire au changement climatique tant elles permettent à la fois de contenir les crues (rôle de zone tampon protégeant les zones urbanisées limitrophes des inondations) mais aussi de réhydrater les sols en période sèche (en relâchant la grande quantité d'eau emmagasinée). En outre, cet assèchement des tourbières peut conduire à en faire des sources importantes d'émissions de carbone et non plus un puit de stockage conséquent à l'échelle du territoire.

2/ L'augmentation des précipitations hivernales va accroitre le risque de crues. Le régime de gestion des ouvrages hydrauliques dit d' « évacuation » du SBVB, qui caractérise la période de novembre-décembre à avril-mai durant laquelle le trop-plein d'eau est évacué via les écluses

vers l'océan, devra s'adapter face à l'accroissement futur du régime de précipitations hivernales.

En outre, l'accroissement projeté du cumul de précipitations printanières pourrait amener le SBVB à renégocier les niveaux d'eaux sur cette saison afin de garantir aux exploitations agricoles un accès à leurs parcelles, notamment pour les exploitations bovines qui démarrent la mise en pâture de leurs troupeaux à ce moment, Une rediscussion sur les usages en présence sur le marais et leur conciliation pourrait être envisagée.

◉ Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

#Agriculture :

1/ Plus spécifiquement concernant le secteur agricole, conjuguée à l'augmentation des températures en été, l'irrigation des cultures (notamment céréalières) en situation de stress thermique sera alors contrainte. Cet impact a été traité en p70. En parallèle de cette sécheresse agricole, la période estivale et la multiplication massive de la population dans les stations balnéaires du territoire viendront accentuer ces conflits d'usages autour de l'accès à la ressource en eau potable.

2/ Le développement des plantes invasives, telles que la jussie ou de la crassule d'Helms[133], qui se déploient en milieux humides et peuvent dans certains cas venir s'installer à la place des fourrages destinés à nourrir le bétail, est favorisé par l'augmentation du cumul de précipitations[134]. Les fermes exploitant les prairies humides en plein cœur du marais de Brière et du Brivet sont particulièrement vulnérables à cet accroissement du régime pluvial hivernal et printanier.

3/ Une hauteur d'eau importante, dû en partie à la montée du niveau marin, conservée sur le marais, rend l'accès aux champs et prairies impossible et entrave l'activité agricole. L'augmentation des précipitations hivernales viendra ainsi compliquer la gestion hydraulique des niveaux d'eaux sur le bassin versant Brière – Brivet (dont les risques sont traités en p86.).

A contrario, la diminution des précipitations printanières peut remettre en cause les vidanges de début de printemps, afin de conserver l'usage du marais historique (accueil de la biodiversité, navigation, chasse/pêche), et cela au détriment des activités agricoles qui dépendent du niveau d'eau du marais (élevage en particulier).

133 < https://centrederessources-loirenature.com/wp-content/uploads/retours-dexperiences-experimenter-une-gestion-agricole-integrant-le-risque-jussie-en-briere.pdf >

134 < https://www.inrae.fr/actualites/linvasive-jussie-aquatique-peut-elle-germer-facilement-hors-leau > et < https://especes-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2023/07/rex-jussie-briere.pdf >

B. Cumul de précipitations quotidiennes remarquables

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur mesure le cumul de précipitations quotidiennes remarquables. Ce cumul correspond à la valeur de précipitations qui n'est dépassée en moyenne qu'un jour sur 100, soit 3 à 4 jours par an.

À horizon 2100, Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo possède la valeur médiane de précipitations quotidiennes remarquables la plus basse (22mm) mais la valeur haute la plus élevée (30 mm) du territoire de la Réserve de biosphère. Cela traduit une plus grande incertitude concernant la projection du régime pluvial remarquable pour ce territoire par rapport aux autres.

État actuel et projection future 2050 – 2100 du cumul de précipitations quotidiennes remarquables

(*En mm*)	Saint-nazaire agglo	CapAtlantique La Baule-Guérande Agglo	Estuaire et Sillon Communauté de Communes	Pays de Pont-Château Saint-Gildas-des-Bois	Pays de Blain communauté	unesco Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
Valeur de référence (*1976-2005*)	21	21	21	21	20	21
2050 (+2.7°C)	23 (> : 21 ; < : 24)	23 (> : 21 ; < : 25)	22 (> : 21 ; < : 24)	23 (> : 21 ; < : 25)	22 (> : 21 ; < : 24)	23
2100 (+4°C)	23 (> : 21 ; < : 28)	22 (> : 24 ; < : 30)	23 (> : 21 ; < : 27)	24 (> : 21 ; < : 28)	23 (> : 21 ; < : 28)	23

Risques climatiques associés

Aménagement urbain et bâtiments (dont habitat)

#Urbanisme : L'augmentation, même légère, du cumul de précipitations quotidiennes remarquables entraîne une accentuation du risque d'inondation par ruissellement. Sur le territoire de la Réserve de biosphère, certains centres urbains ont des sols fortement imperméables et artificialisés et sont particulièrement vulnérables à l'augmentation du cumul de précipitations quotidiennes remarquables. À cet égard, ce sont davantage Saint-Nazaire Agglomération et Cap Atlantique qui apparaissent vulnérables à cet aléa, tant certaines de leurs communes littorales sont denses et artificialisées par endroits (notamment Saint-Nazaire, La Baule-Escoublac, Pornichet, Le Pouliguen, Le Croisic, Piriac-sur-Mer, etc.). De par leurs caractéristiques en matière d'occupation du sol, les zones d'activités présentes sur le territoire (sur SNA et la Communauté de communes Estuaire et Sillon notamment) sont aussi vulnérables au risque d'inondation par ruissellement. En outre, les sols naturels sur les marais de Brière et du Brivet peuvent être saturés en eau en période de trop-plein, amoindrissant ainsi leur capacité d'infiltration. Les zones urbanisées limitrophes aux marais du Brivet et de Brière deviennent alors menacées par un écoulement des eaux excessif.

Infrastructures (mobilité et énergie)

#Énergie : L'accentuation potentielle des inondations peut occasionner des dommages sur l'ensemble des réseaux électriques (transport et distribution) présents sur le territoire ainsi que sur les postes et transformateurs électriques. En effet, les inondations par ruissellement ou débordement des cours d'eau « peuvent causer des dégâts aux ouvrages souterrains mais aussi entraîner des glissements de terrain qui peuvent emporter les câbles souterrains ou arracher les pylônes. Les infiltrations d'eau peuvent accélérer leur vieillissement par l'effet de la corrosion et entraîner des coupures d'électricité. »[135].

#Mobilités : Les pluies torrentielles dégradent l'état des routes (glissements de la voirie et fissures) entraînant parfois leur fermeture.

Cycle de l'eau (grand et petit cycle)

#Petit cycle de l'eau : L'inondation des stations d'épuration – provoquant la mise à l'arrêt - pourrait provoquer des dysfonctionnements des égouts aboutissant à un

[135] Rapport, Cour des comptes, op.cit

débordement des eaux usées et à une pollution diffuse de l'environnement immédiat.

◉ Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

#Conchylicuture : L'accroissement du régime pluvial en hiver et l'accentuation du risque d'inondation par ruissellement qui pourrait en découler risque également d'altérer la qualité des milieux marins dont dépend la production conchylicole présente sur le territoire, notamment sur celui de CAP Atlantique. Les épisodes d'orages (ou pluies torrentielles) amènent un certain nombre de polluants terrestres dans les eaux marines qui se retrouvent ensuite dans les coquillages.

◉ Activités économiques de transformation (Industrie)

Les sols des sites des industries SEVESO « seuil haut » du territoire sont fortement artificialisés les rendant davantage sensibles aux inondations par ruissellement. Les conséquences sanitaires et technologiques de telles inondations comportent des conséquences catastrophiques pour les populations et les écosystèmes naturels du territoire (dispersion de produits chimiques).

III.7. Évolution du niveau moyen de la mer

Présentation de l'indicateur

Cet indicateur exprime l'élévation du niveau moyen de la mer en centimètres. La période de référence à partir de laquelle sont projetées les évolutions à horizon 2050 et 2100 est ici différente de celle des autres indicateurs, allant de 1995 à 2014. Le port ayant servi de référence pour les territoires de la Réserve de biosphère est celui de La Rochelle.

État actuel et projection future 2050 – 2100 de l'évolution du niveau moyen de la mer

(En *cm*)

Valeur de référence (*1995-2014*)	Saint-Nazaire Agglo	CapAtlantique La Baule-Guérande Agglo	Estuaire et Sillon Communauté de Communes	Pays de Blain communauté	Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine, des marais aux marées
	0	0	0	Non concerné-	Non concerné
2050 (+2.7°C)	22 > : 14 < : 32	22 > : 14 < : 32	22 > : 14 < : 32	- > : - < : -	- > : - < : -
2100 (+4°C)	57 > : 45 < : 77	57 > : 45 < : 77	57 > : 45 < : 77	- > : - < : -	> : - < : -

- Seuls les territoires de la Réserve de biosphère en contact avec le littoral de la façade atlantique ou l'estuaire font ici l'objet de projections, à savoir : Saint-Nazaire Agglomération, Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo et la Communauté de communes Estuaire et Sillon.

.

- Pour les trois EPCI concernés, l'élévation du niveau moyen de la mer est strictement la même (médianes comme valeurs hautes ou valeurs basses) à horizon 2050 et 2100.



Le phénomène d'intrusion saline

Territoire marin, la Réserve de biosphère *Entre Loire et Vilaine* fait face à des enjeux de salinisation de ses milieux aquatiques souterrains et de surfaces.

L'eau marine s'introduit à deux niveaux sur le territoire. Tout d'abord, s'agissant des milieux aquatiques superficiels, il existe des conditions hydrologiques favorables à l'intrusion saline (*GIP Loire Estuaire, « La salinité de l'eau, 2021*) :

- Des coefficients de marées importants augmentent le niveau de l'eau de mer et favorisent ainsi sa dispersion dans les milieux aquatiques d'eau douce en estuaire (phénomène de pompage tidal) ou en front littoral (en cas de submersion marine) ;
- Des débits des cours d'eau faibles impliquent une quantité d'eau douce disponible moindre pour diluer les eaux salées.

La partie estuarienne de la Réserve de biosphère est particulièrement confrontée à l'apparition d'eau saumâtre (mélange entre eau douce et eau de mer). Sur la station de mesure du GIP Loire Estuaire située à Donges, peu importe le coefficient maritime, lorsque le débit mesuré est inférieur à 850m3/s, le front de salinité (la limite où le taux de sel descend en-dessous de 0,5 g/L) avance et les prélèvements en eau potable sont alors interdits dans ce cas.

Les masses d'eaux souterraines – pour la partie littorale de la Réserve de biosphère uniquement ici – sont également concernées par l'intrusion saline via le phénomène de biseau salé. Les aquifères côtiers peuvent être envahis via leur base par l'eau de mer située en dessous l'interface eau douce-eau salée des aquifères – plancher de l'aquifère – (source : EauFrance, Biseau salé). L'eau salée, plus dense que l'eau douce, exerce une pression sur le plancher de l'aquifère. Lorsque le niveau d'eau douce de l'aquifère diminue (prélèvement ou sécheresse), l'eau salée peut s'infiltrer à l'intérieur. Il faut noter que « l'élévation du niveau moyen de la mer (…) provoque également une élévation du coin salé » (source : Aquagir), c'est-à-dire de la zone de transition entre eau douce et eau salée passant en dessous du plancher de l'aquifère. Ceci contribue à accroître la pression exercée sur la base de l'aquifère et donc accentue les risques de ruptures et d'intrusion saline.

Le phénomène d'intrusion saline comporte un ensemble de conséquences en matière d'approvisionnement en eau potable, d'érosion de la biodiversité végétale et animale ou encore d'agriculture qui sont détaillées – avec d'autres impacts spécifiquement liés à l'élévation du niveau marin – ci-dessous.

Risques climatiques associés

Activités économiques de transformation (industrie)

L'élévation du niveau marin expose les produits pétrochimiques stockés en bord d'estuaire à la submersion marine. Leur submersion potentielle pourrait exposer les populations et les écosystèmes naturels en zones rétro-littorales à des polluants hautement dangereux en les transportant vers l'eau et les sols. L'entièreté des sites SEVESO « seuil haut » présents sur le territoire de la Réserve de biosphère sont situés sur les zones portuaires, le long de l'estuaire. Or l'élévation projetée du niveau marin implique un renforcement du risque dans l'Estuaire de la Loire dont les « *altitudes sont proches du niveau marin* » ce qui le rend « *particulièrement exposé aux impacts potentiels de cette élévation* »[136]. Ceci révèle une « *incidence potentielle sur des secteurs urbanisés accueillant des logements pour les populations résidentes, des équipements publics, des infrastructures de transport et des activités industrialo-portuaires* ». Ces dernières doivent donc prendre en compte l'élévation du niveau marin. Ceci pourrait conduire au réhaussement du stockage de certains déchets dangereux ou à la relocalisation/reconversion de ces activités.

Aménagement urbain et bâtiments (dont habitat)

1/ Au-delà des activités industrielles, l'élévation du niveau marin va exposer de vastes étendues sur la façade littorale du territoire de la Réserve au phénomène de submersion marine. Au niveau humain, la forte urbanisation du littoral amène à considérer un large spectre d'enjeux (infrastructures touristiques, réseaux énergétiques, logements, commerces, équipements, etc.) potentiellement impactés par des opérations de relocalisation/sécurisation.

2/ Le phénomène d'élévation du niveau marin va également redessiner le trait de côte par des mécanismes d'érosion littorale déjà à l'œuvre sur SNA et CAP Atlantique mais s'accélérant. L'aléa existe mais même s'il est moins prégnant que sur d'autres territoires, l'enjeu principal réside dans le fait que ce littoral est très urbanisé, un recul de quelques mètres entraînera des conséquences plus importantes que sur les littoraux moins artificialisés (l'aléa moins fort combiné à une exposition renforcée rend le territoire côtier particulièrement vulnérable à cet aléa).

Cycle de l'eau (grand et petit cycle)

#Petit cycle de l'eau : L'élévation du niveau marin vient impacter la disponibilité de la ressource en eau potable via le phénomène de biseau salé, via la surélévation du coin

136 < https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/20220921_annexe_enjeux_estuaire_vf.pdf >

salé du sol marin, augmentant la pression exercée sur le plancher des aquifères côtiers. Il en résulte alors un risque d'intrusion d'eau de mer « *dans les aquifères, surtout lors d'une sécheresse ou lorsque les réserves d'eau douce sont basses* »[137]. Cela pourrait dégrader les sources de prélèvements disponibles situées sur les aquifères côtiers. Cet impact pourrait devenir prégnant pour le territoire dans un contexte d'accroissement démographique et d'attractivité des zones côtières qui viendrait augmenter les prélèvements. Cela fragiliserait particulièrement les aquifères côtières et pourraient nécessiter de limiter les approvisionnements ou leurs diversifications.

#Grand cycle de l'eau :

Une élévation du niveau marin implique une opportunité d'ouverture des ouvrages hydrauliques moindre pour le SBVB dans ses opérations de vidange des eaux provenant des cours d'eau du Brivet vers la Loire. À partir des projections d'élévation du niveau marin réalisées pour l'estuaire de la Loire par le GIP Loire-Estuaire (+20cm en 2050 et +60cm), il est possible d'en découler les incidences de l'élévation du niveau marin sur les capacités d'évacuations des ouvrages de gestion hydraulique situés en bord d'estuaire. Il apparaît qu'à horizon 2050 (+20cm), « les capacités globales d'évacuation du Brivet et du marais de Brière sont réduites d'environ -2% »[138] pour toutes les crues. En 2100 (scénario d'élévation du niveau marin de +60cm), la capacité d'évacuation sera réduite « de -7 % à - 9 % »[139]. L'amoindrissement des capacités d'évacuation globales implique mécaniquement une montée des niveaux d'eau sur le Brivet et dans les marais de Brière d'ici 2050 et 2100. En outre, si l'on se base sur un scénario 2100 plus pessimiste que les projections de la TRACC (+1m), il ressort que la capacité globale d'évacuation chute « de -15% à - 8% »[140] réduisant ainsi fortement les volumes totaux évacués.

Sur le territoire de la Réserve de biosphère, ce sont les ouvrages d'évacuation de Méan, Priory, Martigné et Lavau gérés par le SBVB qui permettent l'évacuation des eaux vers la Loire.

En 2050, l'élévation du niveau marin accentuera fortement le niveau d'eau sur le canal de Priory, dans ce scénario, ce dernier compense en effet une partie de la baisse de l'évacuation par les canaux de Martigné et de la Taillée. En

[137] Centre National de collaboration en santé environnementale, « Risques sanitaires associés à l'élévation du niveau des océans », décembre 2022, [en ligne], < https://ccnse.ca/resources/evidence-reviews/risques-sanitaires-associes-lelevation-du-niveau-des-oceans#:~:text=et%20eau%20douce.-,Intrusion%20saline,monde29%2C32%2D37. >

[138] SBVB, Étude de fonctionnement hydrologique sur le bassin versant du Brivet, mars 2022

[139] Ibid.

[140] Ibid.

2100 (avec un scénario +60cm), c'est le canal de Lavau qui voit son niveau d'eau particulièrement augmenter, compensant en partie la réduction des capacités d'évacuation des autres exutoires.

Tourisme

#Infrastructures : Au regard de l'élévation projetée du niveau marin, l'emplacement de certains campings situés non-loin du front de mer sur Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo doit faire l'objet d'un ré-examen. Le camping de l'Océan (commune du Croisic) et le camping municipal « Les Mouettes » (commune du Pouliguen) sont identifiés comme étant particulièrement sensibles à cet aléa par le TRI Saint-Nazaire – Guérande. Il en va de même pour certains aménagements touristiques (bases de loisirs nautiques, etc.).

Milieux naturels, biodiversité et paysages

La salinisation de l'eau et des terres, consécutive à l'élévation du niveau marin, érode la biodiversité car les milieux halophiles (comprenant une concentration en sel importante) remplacent la flore locale et modifient ainsi les habitats de certaines espèces risquant de migrer. Les milieux et habitats suivants sont concernés :

- Les marais : marais du Mès et le grand ensemble des marais du Brivet et de Brière ;
- Les plateaux bocagers et mixtes : coteaux guérandais, les plateaux bocagers du sillon de Guérande (La Turballe, Mesquer, Saint-Molf, Guérande et Saint-Lyphard), le plateau bocager boisé d'Herbignac (Assérac, Férel, Camoël et Herbignac) ainsi que le plateau bocager du sillon de Bretagne (qui traverse en partie la CC Estuaire et Sillon et le Pays de Pontchâteau – Saint-Gildas-des-Bois) ;
- Les grandes vallées de Loire : les vallées longeant l'Estuaire de la Loire autour de La Chapelle Launay (Mismy, la Cure, Malhara, la Carriais et Boitouze).

Plus spécifiquement, cette élévation du niveau marin introduit des eaux saumâtres (mélange entre eau de mer et eau douce) dans les vallées de la Loire en proximité directe avec l'Estuaire de la Loire.

Santé environnementale et qualité de vie

#Épidémies : Un autre impact sanitaire majeur réside dans le fait que la submersion marine des zones côtières « *favorisera l'expansion territoriale des moustiques, accroissant ainsi les risques d'exposition à des maladies à transmission vectorielle* »[141] telles que le chikungunya et la dengue.

[141] Ibid.

◉ Infrastructures (énergie et mobilité)

#Énergie : Le risque d'inondation par submersion marine accentue la vulnérabilité de l'ensemble des réseaux électriques (transport et distribution) présents sur le territoire ainsi que des postes et transformateurs électriques. Les impacts sur ces réseaux des inondations sont détaillés en p83.

#Mobilités : De même que pour les précipitations remarquables, la submersion marine des axes routiers entraîne la dégradation des routes (glissements de la voirie et fissures) et leur fermeture.

➔ Des cartographies d'élévation du niveau marin complémentaires, prenant pour hypothèses +1m et +3m[142] ont été effectuées par Intermezzo dans un but prospectif. La cartographie à l'échelle de la Réserve de Biosphère est à retrouver ci-dessous et des zooms territoriaux (presqu'île du Croisic, estuaire, marais, communes rétro-littorales et Le Traict du Rostu) sont disponibles en annexe en p97.

[142] Modélisation BRGM

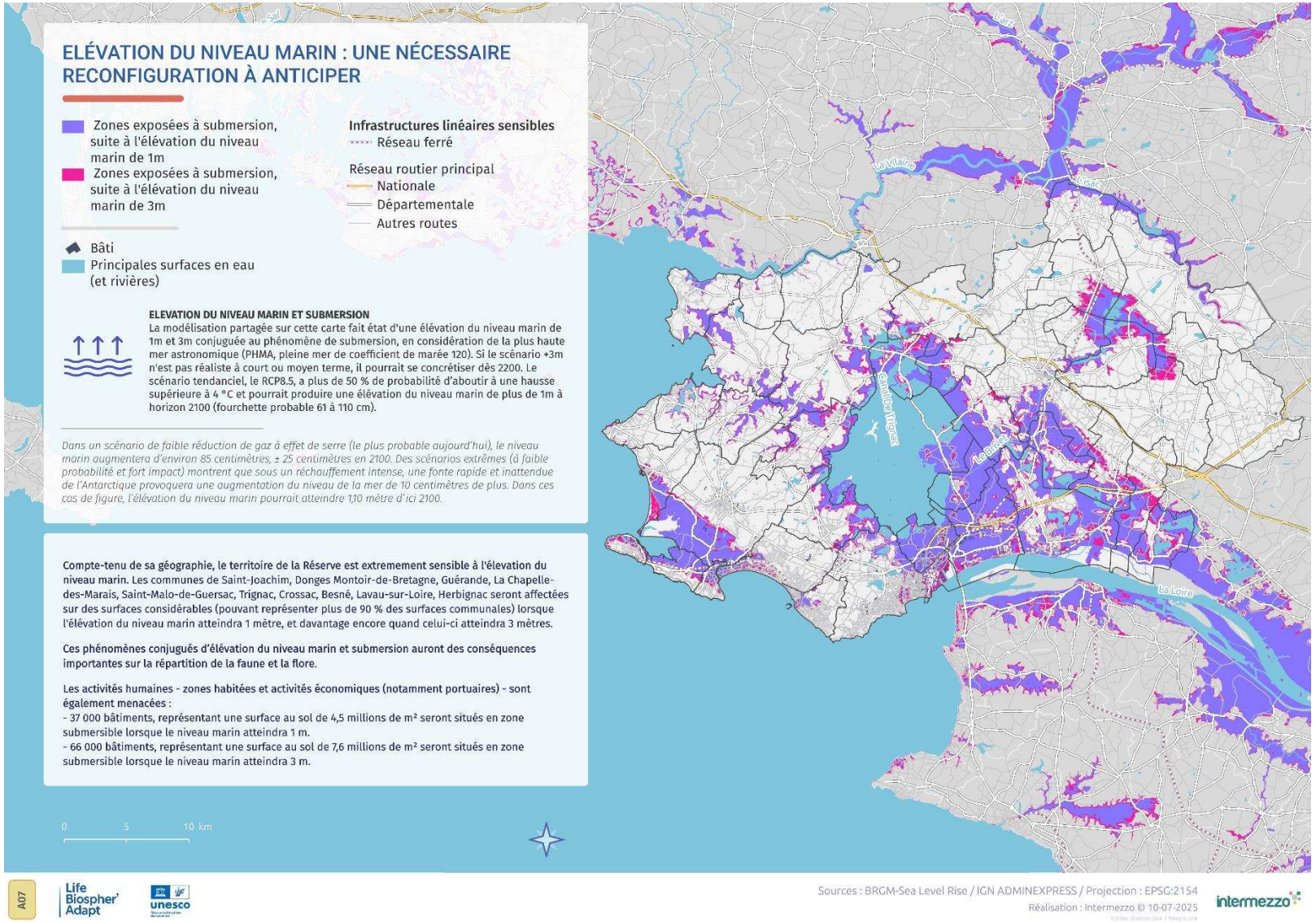


Figure 26 - Projections de l'élévation du niveau marin sur le territoire de la Réserve de biosphère Entre Loire et Vilaine - Réalisation : Intermezzo

III.8. Indicateur Agriculture : Indice Température-Humidité

Présentation de l'indicateur

La température seule n'est pas suffisante pour juger du degré de confort thermique des animaux. Les vaches laitières sont très sensibles, l'hiver comme l'été, aux excès d'humidité. Un indicateur, l'ITH (Indice Température Humidité) vise à estimer le degré d'inconfort d'un animal en fonction de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air. Au-delà d'une valeur de 68 d'ITH, correspondant par exemple à une température de 22°C avec une humidité de 50 %, situation qui n'a rien d'exceptionnelle, la vache laitière subit déjà un stress léger ayant des impacts sur sa production[143].

Seuils d'ITH et niveaux de stress associés (Collier et al.2011)

Seuils ITH	Niveau de stress
0 <= ITH < 68	Absence de stress
68 <= ITH <72	Stress léger
72 <= ITH <78	Stress modéré
78 <= ITH <84	Stress sévère
ITH => 84	Stress extrême

État actuel et projection future 2050 – 2100 de l'indice température-humidité



Figure 27 : indice Température Humidité sur un an sur le territoire de la réserve de biosphère. Ensemble des jours de stress (67<ITH<150) – Source : Climadiag agri (utilisé le 28/07/2025)

En 2010, la valeur **médiane** de l'indicateur est de 116 jours. Elle évolue à 125 jours à l'horizon 2030, à 137 jours à l'horizon 2050 et à 157 jours à l'horizon 2100.

En 2010, la valeur **maximum** de l'indicateur est de 173 jours. La valeur maximum évolue à 178 jours à l'horizon 2030, à 179 jours à l'horizon 2050 et à 196 jours à l'horizon 2100.

[143] Source : ClimatDiag Agriculture

Risques climatiques associés

Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

#Agriculture : L'évolution de l'Indice Température Humidité montre une évolution qui va détériorer le bien-être animal, compliquer les conditions d'élevage et en particulier l'élevage laitier avec une diminution probable de la production moyenne des vaches laitières.

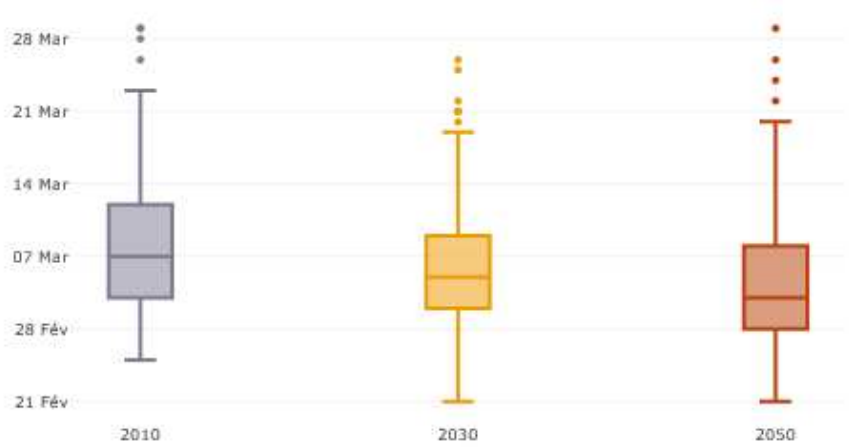


Figure 28: Date de mise à l'herbe des bovins sur le territoire de la réserve de biosphère - Source : ClimaDiag Agri (utilisé le 28/07/2025)

III.9. Indicateur Agriculture : Prairies – date de mise à l'herbe

Présentation de l'indicateur

La date de mise en herbe est la date à laquelle est atteint le seuil de 250 degrés-jours[144] (base à 0 °C et borne à 18 °C) initialisé au 1er février. À partir de cette date, et sous condition de sol portant, les animaux peuvent être mis à l'herbe pour pâturer.

État actuel et projection future 2050 – 2100 de la date de mise à l'herbe

En 2010, la valeur médiane de l'indicateur est le 7 mars. La médiane évolue au 5 mars à l'horizon 2030, au 3 mars à l'horizon 2050 et au 2 mars °C à l'horizon 2100.

Risques climatiques associés

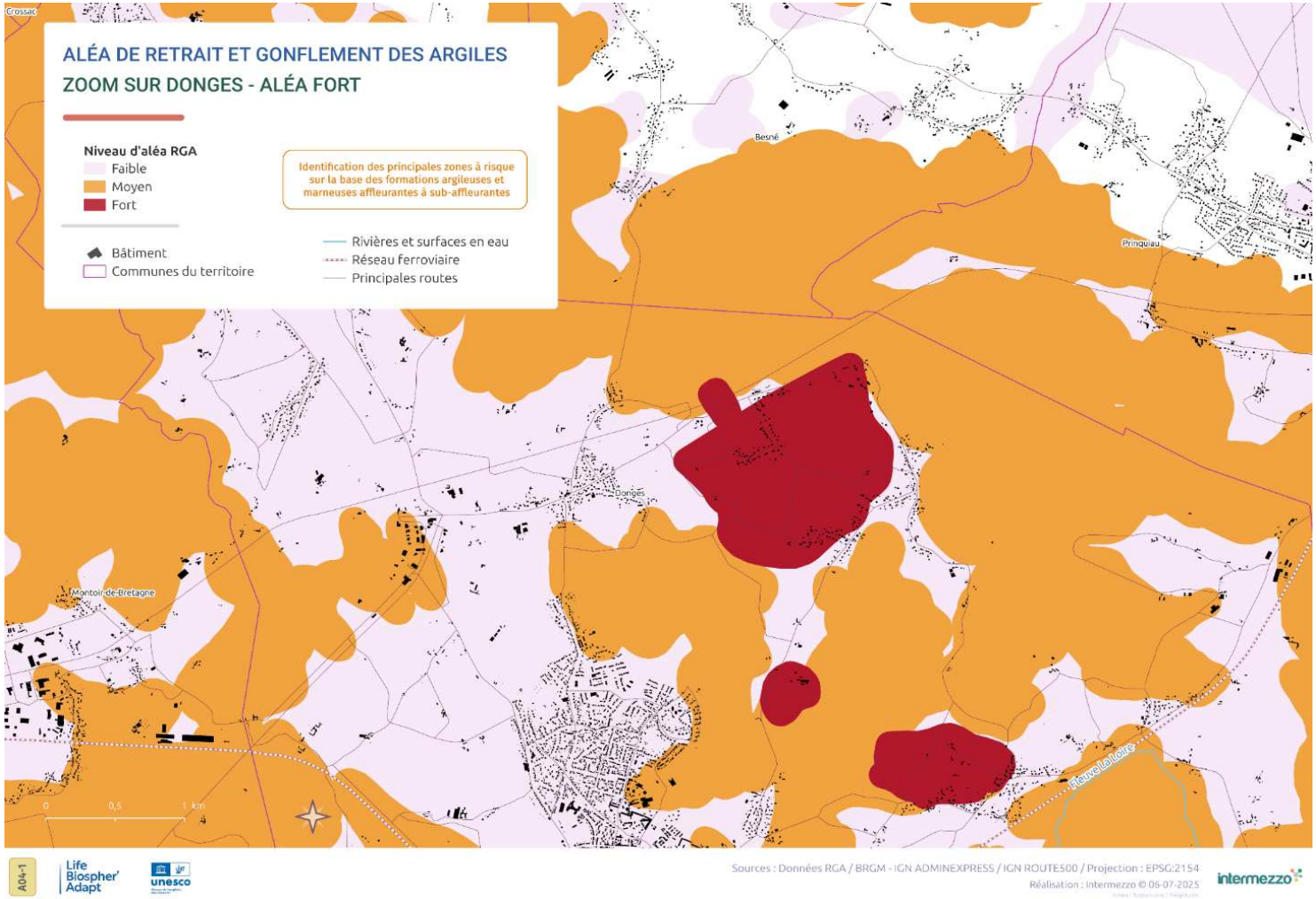
Activités économiques de production (agricoles, conchylicoles, salicoles, pêche)

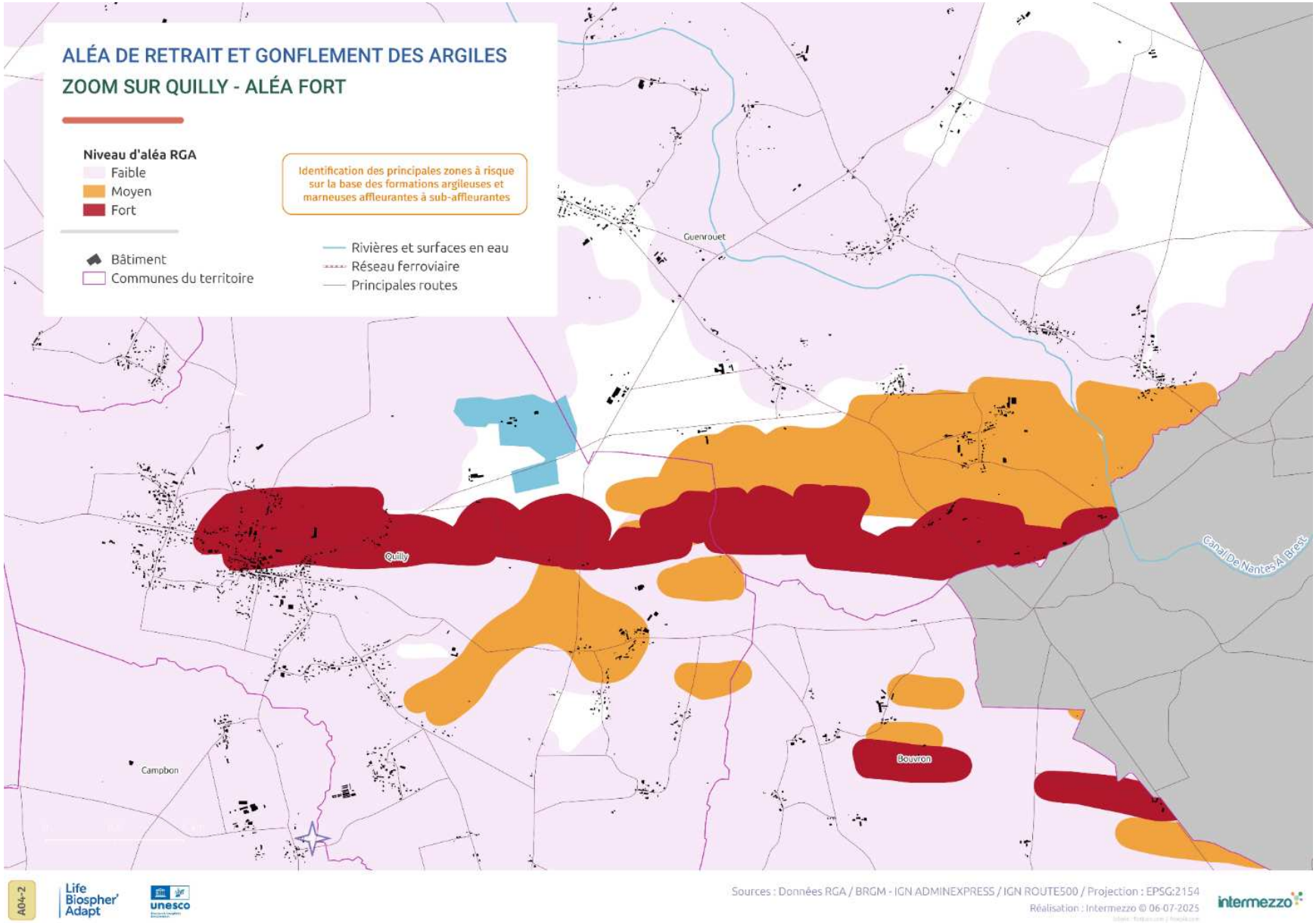
#Agriculture : La date de mise en pâture peut s'effectuer de plus en plus tôt dans la saison. La question pourra être délicate dans le marais où les niveaux d'eau font l'objet d'une régulation décidée en concertation avec l'ensemble des acteurs et où le niveau devrait être plus élevé en hiver et au printemps.

[144] Le degré-jour est une unité de mesure cumulant les degrés moyens. Par exemple, deux jours avec une température moyenne de 15°C = 30°C-jour

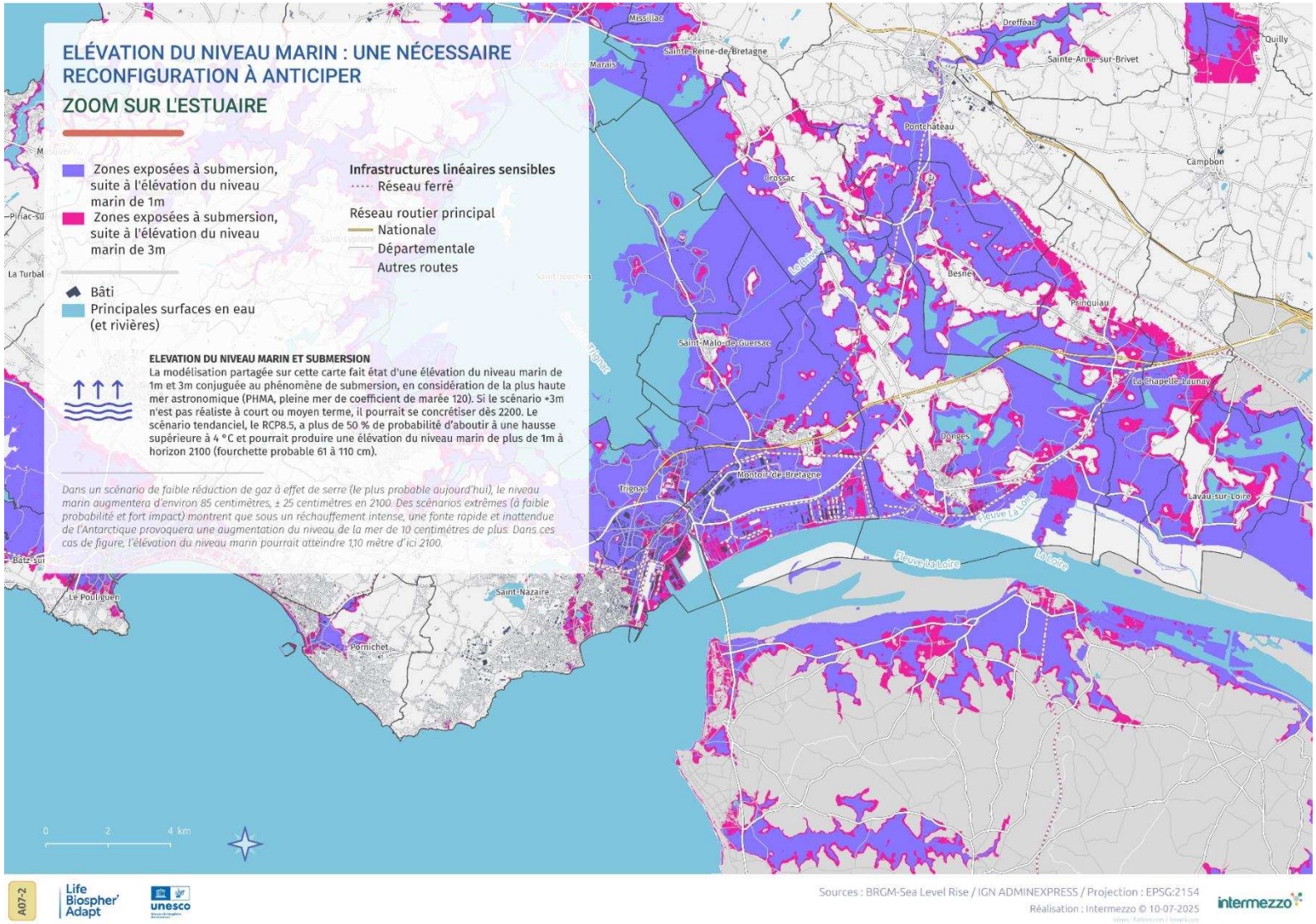
IV) Annexes

Zooms RGA




ALÉA DE RETRAIT ET GONFLEMENT DES ARGILES
ZOOM SUR QUILLY - ALÉA FORT
Niveau d'aléa RGA
Faible
Moyen
Fort
Identification des principales zones à risque sur la base des formations argileuses et marneuses affleurantes à sub-affleurantes
Bâtiment
Communes du territoire
Rivières et surfaces en eau
Réseau ferroviaire
Principales routes
Guenrouet
Quilly
Canal De Nantes À Brest
Bouvron
Campbon
A04-2
Life Biospher' Adapt
unesco
Sources : Données RGA / BRGM - IGN ADMINEXPRESS / IGN ROUTE500 / Projection : EPSG:2154
Réalisation : Intermezzo © 06-07-2025
intermezzo

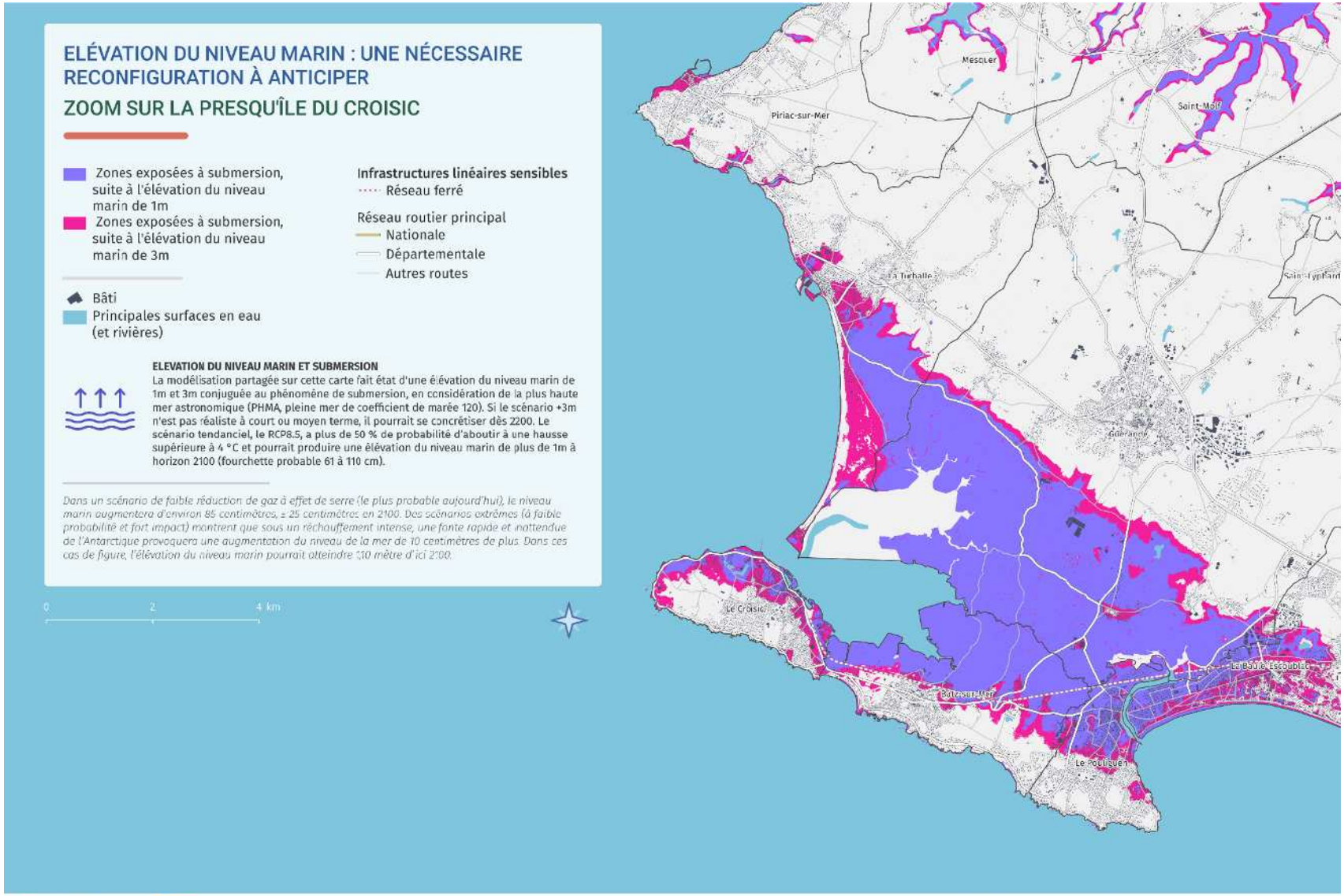
Zooms élévation du niveau marin



A07-2 Life Biospher' Adapt unesco

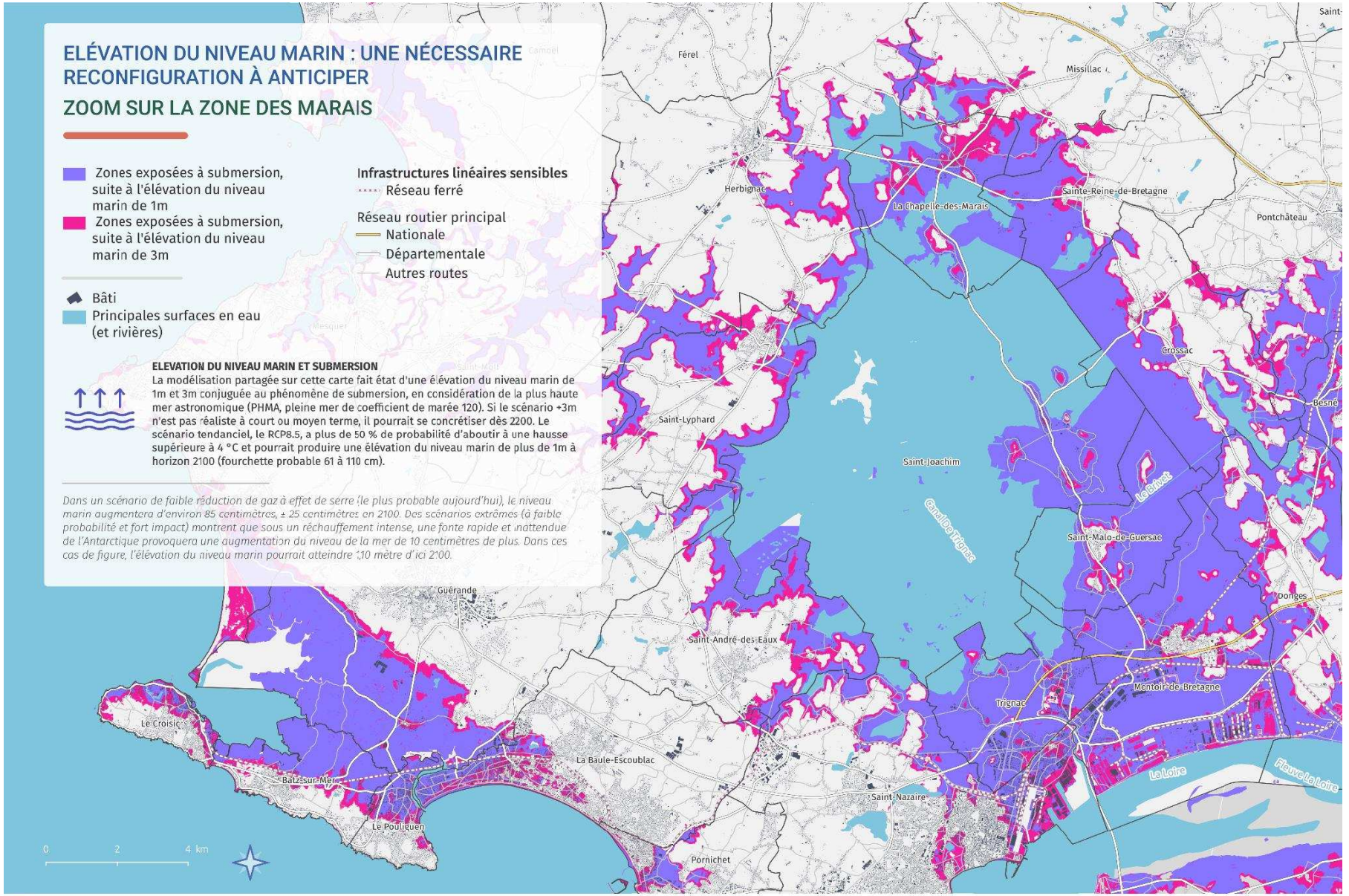
ELÉVATION DU NIVEAU MARIN : UNE NÉCESSAIRE RECONFIGURATION À ANTICIPER

ZOOM SUR LA PRESQU'ÎLE DU CROISIC

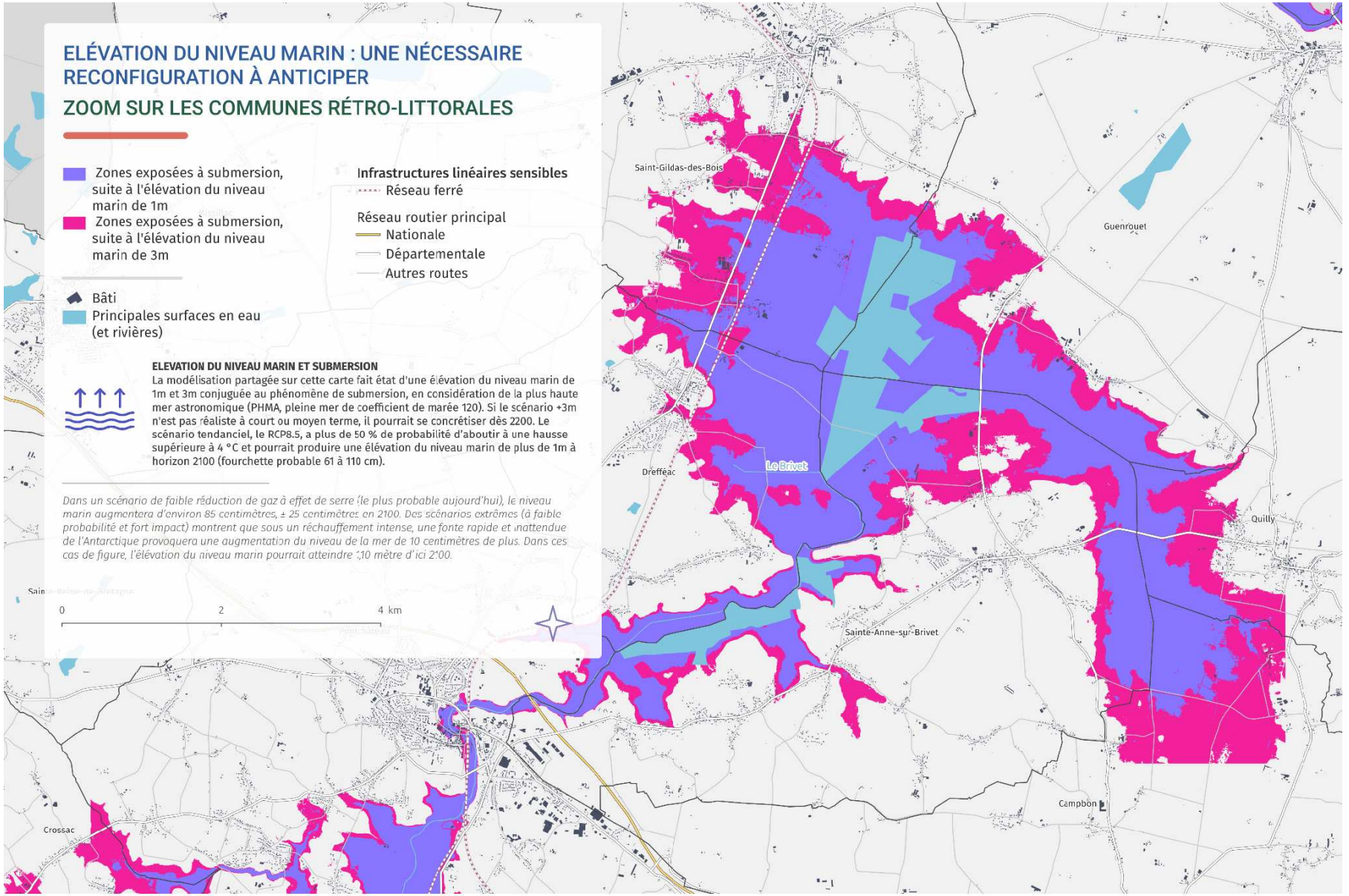


A07-1

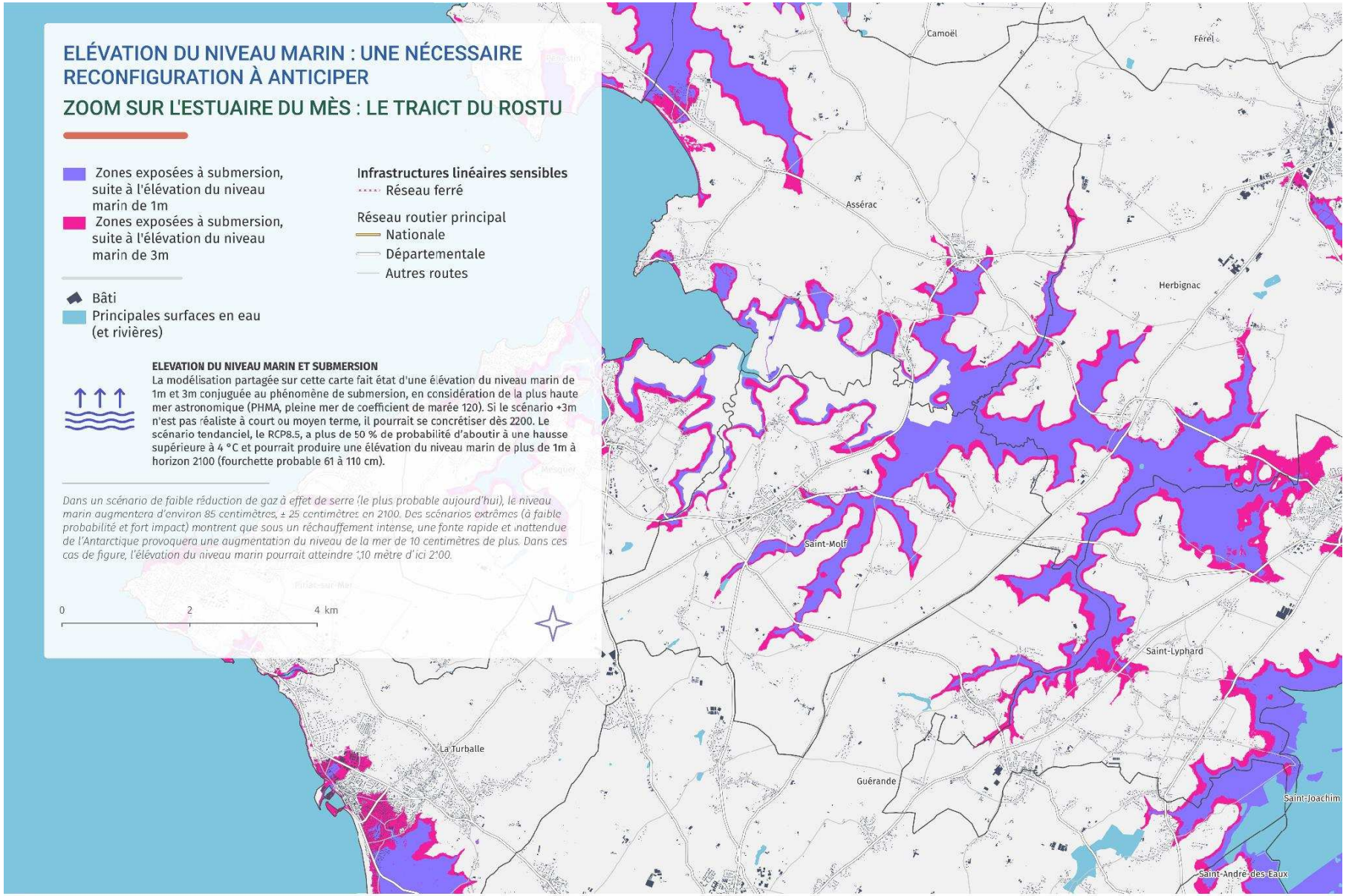
Sources : BRGM-Sea Level Rise / IGN ADMINEXPRESS / Projection : EPSG:2154
Réalisation : Intermezzo © 10-07-2025



Sources : BRGM-Sea Level Rise / IGN ADMINEXPRESS / Projection : EPSG:2154
Réalisation : Intermezzo © 10-07-2025



Sources : BRGM-Sea Level Rise / IGN ADMINEXPRESS / Projection : EPSG:2154
Réalisation : Intermezzo © 10-07-2025


ELÉVATION DU NIVEAU MARIN : UNE NÉCESSAIRE RECONFIGURATION À ANTICIPER
ZOOM SUR L'ESTUAIRE DU MÈS : LE TRAICT DU ROSTU
Zones exposées à submersion, suite à l'élévation du niveau marin de 1m
Zones exposées à submersion, suite à l'élévation du niveau marin de 3m
Bâti
Principales surfaces en eau (et rivières)
Infrastructures linéaires sensibles
Réseau ferré
Réseau routier principal
Nationale
Départementale
Autres routes
ELEVATION DU NIVEAU MARIN ET SUBMERSION
La modélisation partagée sur cette carte fait état d'une élévation du niveau marin de 1m et 3m conjuguée au phénomène de submersion, en considération de la plus haute mer astronomique (PHMA, pleine mer de coefficient de marée 120). Si le scénario +3m n'est pas réaliste à court ou moyen terme, il pourrait se concrétiser dès 2200. Le scénario tendanciel, le RCP8.5, a plus de 50 % de probabilité d'aboutir à une hausse supérieure à 4 °C et pourrait produire une élévation du niveau marin de plus de 1m à horizon 2100 (fourchette probable 61 à 110 cm).
Dans un scénario de faible réduction de gaz à effet de serre (le plus probable aujourd'hui), le niveau marin augmentera d'environ 85 centimètres, ± 25 centimètres en 2100. Des scénarios extrêmes (à faible probabilité et fort impact) montrent que sous un réchauffement intense, une fonte rapide et inattendue de l'Antarctique provoquera une augmentation du niveau de la mer de 10 centimètres de plus. Dans ces cas de figure, l'élévation du niveau marin pourrait atteindre 1,10 mètre d'ici 2100.
0
2
4 km
Camoël
Férel
Assérac
Herbignac
Saint-Molf
Saint-Lyphard
La Turballe
Guérande
Saint-Joachim
Saint-André-des-Eaux
Sources : BRGM-Sea Level Rise / IGN ADMINEXPRESS / Projection : EPSG:2154
Réalisation : Intermezzo © 10-07-2025

V) Glossaire

AZI (Atlas des Zones Inondables) : Outil d'information (non réglementaire) élaboré par les services de l'État renseignant les zones d'un territoire soumises aux aléas d'inondations susceptibles de se produire par débordement de cours d'eau pour un événement hydrologique mobilisant l'ensemble du lit majeur, également appelé fond de vallée.

CAPA : Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo

Degrés-jour unifiés (DJU) : Unité de mesure cumulant les degrés en valeurs absolues par rapport à une température de référence afin d'effectuer une «correction des variations climatiques» (CVC). Deux seuils de référence sont retenus pour le chauffage : 15°C et 17°C. Les degrés-jours unifiés de climatisation (DJUc) à partir d'une température de référence de 21 °C[145].

ENS (Espaces Naturels Sensibles) : Aire protégée par la législation française dont le Département a la charge permettant de préserver les fonctionnalités écologiques d'un espace naturel.

EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale) : Structure administrative regroupant les communes d'un territoire afin d'exercer des compétences en commun lorsqu'elles ont été transférées à l'EPCI.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) : Organe scientifique rattaché à l'Organisation des Nations Unies (ONU) chargé de la caractérisation du changement climatique.

ITH : Indice Température Humidité – indicateur mesuré pour la santé des animaux croisant la température et le degré d'humidité

Natura2000 : Réseau d'aires naturelles protégées basées sur un recensement des habitats et espèces menacés, tel que définis par les deux directives européennes Oiseaux et Habitats, Faune, Flore.

PHMA : Plus Haute Mer Astronomique

PPRL (Plan de Prévention des Risques Littoraux) : Outil de gestion des risques naturels cartographiant les risques de submersion marine et réglementant l'urbanisation dans les zones exposées.

SAU (Surface Agricole Utile) : Surface foncière destinée à la production agricole (contrairement aux friches agricoles).

SBVB (Syndicat du Bassin Versant du Brivet) : Syndicat exerçant la compétence Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI) sur le territoire du bassin versant Brière-Brivet après transfert de cette dernière par Cap Atlantique La Baule-Guérande Agglo, Saint-Nazaire Agglomération, le Pays de Pontchâteau-Saint-Gildas-des-Bois, la Communauté de communes Estuaire et Sillon ainsi que le Pays de Blain Communauté.

145 https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/media/204/download?inline

SEVESO : Directive européenne encadrant les risques liés aux installations industrielles.

SNA : Saint Nazaire Agglomération

TRACC (Trajectoire de Réchauffement de référence pour l'Adaptation au Changement Climatique) : Cadre national de référence commun permettant d'outiller les acteurs territoriaux (collectivités, entreprises, etc.) dans la planification de l'adaptation du territoire et de leurs activités aux changements climatiques.

TRI : Zone identifiée par les services de l'État où d'importants enjeux relatifs à la santé humaine ou sur les activités économiques sont potentiellement exposés aux inondations.

ZAN : Zéro Artificialisation Nette