

La vulnérabilité des populations

face aux changements
climatiques dans

les Pays de la Loire

01
Vol.



Sous la direction de :

Virginie Raisson-Victor, Présidente du GIEC des Pays de la Loire

Antoine Charlot, Directeur du Comité 21 et Secrétaire Général du GIEC des Pays de la Loire

Co-rapporteurs :

Laurent Devisme et Ghislane Fleury-Bahi

Membres :

Béatrice Béchet, Jean-Louis Bertrand, Katia Chancibault, Emmanuelle Chevassus-Lozza, Francesca Cominelli, Jean-Raynald De Dreuz, Mickaël Derangeon, Laurent Devisme, Sophie Eberhardt, Cyril Fleurant, Ghislane Fleury-Bahi, Eric Gaume, Rosane Gauriau, Morgane Innocent, Florence Kermarec, François Langot, Nicolas Le Moine, Blanche Lormeteau, Claire Magand, Géraldine Molina, Virginie Raisson-Victor, Marc Robin, Yann Robiou-Dupont, Claude Rospars, Samira Rousselière, Franck Schoefs.

Avec la collaboration des équipes du Comité 21 Grand Ouest : Antoine Charlot, Laurine Couffignal et Justine André.

Direction artistique : Audrey Guizol (Empathie Design), avec la contribution de Mariel Chedet

Cartographie : Denis Vanier (Le Plan Studio) figures 5, 8, 9, 11 et 13.

Couverture : © Shutterstock

Les auteurs sont responsables du contenu de cette publication. Elle ne reflète pas nécessairement l'opinion des collectivités partenaires.



La vulnérabilité des populations

face aux changements climatiques dans les Pays de la Loire

**CRÉATION
EN 2020**
à l'initiative
du Comité 21

Le GIEC des Pays de la Loire

Fournir et diffuser des connaissances scientifiques
sur les changements climatiques et leurs répercussions pour le territoire

CHIFFRES CLÉS

26
chercheurs

44
partenaires

+180
conférences

+18 000
personnes
sensibilisées

Au 1^{er} juin 2025

MISSIONS



Évaluer
la vulnérabilité
du territoire
et des populations



Vulgariser et
approfondir
les connaissances
scientifiques
sur la contribution
des Pays de la Loire



Informier
les acteurs
du territoire
sur les
évolutions
du climat

LIVRABLES



Des rapports

2022-24

2 rapports globaux
qui dressent un état des lieux
des impacts des changements
climatiques en région et proposent
des leviers d'action



2025-26

3 rapports spéciaux
(eau, populations, économie)



Des conférences

de vulgarisation
des enjeux associés
aux changements
climatiques

ORGANISATION



26 chercheurs aux profils variés

- Jean-Louis BERTRAND (Co-rapporteur Economie)
- Béatrice BECHET
- Emmanuelle CHEVASSUS-LOZZA (Co-rapporteure Economie)
- Katia CHANCIBAULT (Co-rapporteur Eau)
- Francesca COMINELLI
- Laurent DEVISME (Co-rapporteur Populations)
- Mickaël DERANGEON
- Jean-Raynald DE DREUZY
- Sophie EBERHARDT
- Cyril FLEURANT
- Ghozlane FLEURY-BAHI (Co-rapporteure Populations)
- Eric GAUME
- Rosane GAURIAU

- Morgane INNOCENT
- Florence KERMAREC
- François LANGOT
- Nicolas LE MOINE
- Blanche LORMETEAU
- Claire MAGAND (Co-rapporteure Eau)
- Géraldine MOLINA
- Virginie RAISSON-VICTOR
- Marc ROBIN
- Yann ROBIOU-DUPONT
- Claude ROSPARS
- Samira ROUSSELIERE
- Franck SCHOEFS

Présidence
Virginie RAISSON-VICTOR
Vice-présidence
Jean-Louis BERTRAND
Samira ROUSSELIERE
Secrétariat Général
Antoine CHARLOT



Dialogue Science et Société

lors de groupes de travail multi-acteurs.



Partenaires

44 partenaires qui nous soutiennent.
(Cf. page 78)



Coordination technique

Laurine COUFFIGNAL et Justine ANDRÉ

THÉMATIQUES



Quelle disponibilité
de la ressource
en eau ?



Quels impacts
sur les
populations ?



Quelles
conséquences
pour l'économie
régionale ?

Édito

**Dans notre région,
plus de 2 millions
de personnes
– soit un habitant
sur deux –
sont déjà exposées
à un aléa climatique
majeur.**



La crise climatique n'est pas une abstraction lointaine. Elle est là, concrète, visible, vécue. Dans les Pays de la Loire, comme ailleurs, elle modifie nos paysages, fragilise nos ressources, bouleverse nos équilibres. Mais ce que ce rapport met en évidence avec force, c'est que ses effets ne frappent pas tout le monde de la même manière. L'injustice climatique est déjà une réalité.

Ce travail du GIEC des Pays de la Loire s'attaque à une question essentielle, trop souvent reléguée au second plan : celle des vulnérabilités humaines face aux changements climatiques. Qui sont les plus exposés ? Qui sont les plus fragiles ? Qui pourra s'adapter... et qui ne le pourra pas ? Derrière ces questions se dessinent des lignes de fracture que nous ne pouvons plus ignorer. Vivre dans un logement mal isolé, travailler à l'extérieur, habiter un quartier dense ou un territoire sous-doté en services, être âgé, isolé, en mauvaise santé, en situation de précarité... autant de réalités qui amplifient l'impact des aléas climatiques.

Dans notre région, plus de 2 millions de personnes – soit un habitant sur deux – sont déjà exposées à un aléa climatique majeur. Sécheresses, inondations, vagues de chaleur, submersions marines ou feux de forêt : aucun territoire n'est épargné. Et pourtant, les politiques d'adaptation, lorsqu'elles existent, restent trop souvent génériques, technocratiques, déconnectées des réalités sociales. Or, adapter un territoire sans prendre en compte les inégalités qui le traversent, c'est courir le risque d'aggraver encore les fractures existantes.

Ce rapport plaide pour un véritable changement de cap. Il ne s'agit plus seulement de renforcer nos infrastructures face aux catastrophes climatiques, mais de placer l'humain au cœur des politiques d'adaptation. Cela suppose de développer une culture locale des risques, de

renforcer la couverture des plans de prévention dans une approche multi-aléas, de consolider les systèmes d'alerte et la coordination des secours, et d'interroger certaines politiques publiques qui, au lieu de réduire les vulnérabilités, les aggravent. Surtout, il appelle à doter les territoires de moyens humains, techniques et financiers à la hauteur des enjeux. Ce manque d'investissement expose la région à un double danger : devoir demain engager des dépenses bien plus élevées dans l'urgence pour réparer les dommages, et voir s'amplifier les inégalités sociales et territoriales face aux risques climatiques.

Plus profondément encore, ce rapport nous invite à ne pas céder au fatalisme. Oui, l'ampleur des défis est inédite. Mais elle peut aussi être le point de départ d'un sursaut. D'une mobilisation des énergies, des savoirs, des solidarités. C'est à cette condition que l'adaptation pourra devenir autre chose qu'un coût : une opportunité de transformation. Faire du constat une vision ; de la contrainte, un socle commun ; du défi, un projet collectif ; et du projet, la perspective d'un futur, ouvert, maîtrisé et rassurant.

Mais il n'y aura pas d'adaptation durable sans atténuation. Réduire nos émissions, préserver les équilibres du climat, limiter l'ampleur des bouleversements à venir : c'est le préalable sans lequel toute politique d'adaptation serait vouée à l'échec.

Ce rapport, nous l'espérons, contribuera à éclairer la décision, à inspirer l'action, à nourrir le débat. Il ne s'agit pas seulement de protéger notre territoire, il s'agit d'en faire un territoire protecteur ●

Virginie Raisson-Victor, présidente

Antoine Charlot, secrétaire général

Ghozlane Fleury-Bahi et Laurent Devisme, co-rapporteurs



Partie 01



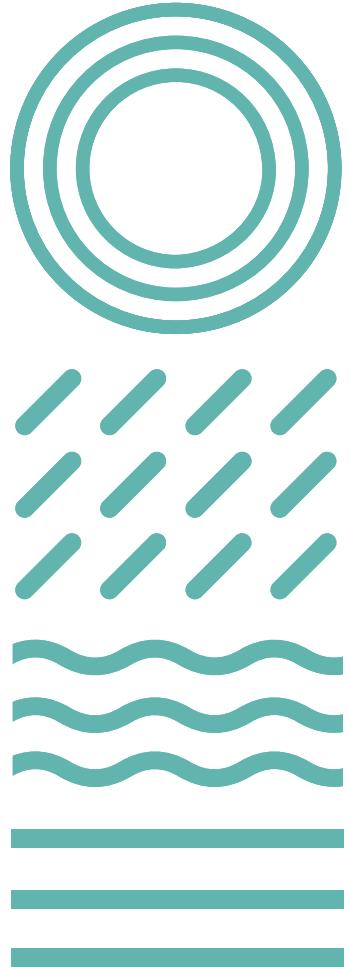
Partie 02



Partie 03

Sommaire

ÉDITO	7	
INTRODUCTION	11	
VULNÉRABILITÉ DES POPULATIONS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES : DE QUOI PARLE-T-ON ?	13	
PARTIE 1. UNE EXPOSITION INÉGALE FACE À DES RISQUES CROISSANTS	15	
1. Des zones urbaines particulièrement exposées à la chaleur	15	1. Des capacités individuelles inégales face aux aléas
- îlots de chaleur urbains : des conséquences déjà visibles	16	- Les facteurs déterminants de l'adaptation
- Pollution de l'air et vagues de chaleur : une double menace	17	- Vers une culture du risque climatique
2. Des inondations aux sécheresses : aucun territoire ligérien n'est épargné	20	2. Des plans de prévention et d'adaptation largement insuffisants
- Vallées de la Loire, littoral : une exposition croissante au risque d'inondation	20	- Des trajectoires d'adaptation à préciser
- Retraits-gonflements des argiles : un quart du territoire concerné	23	- Des diagnostics de vulnérabilité incomplets
- Feux de forêt : un risque en forte progression dans la Sarthe et le Maine-et-Loire	25	- Des plans de prévention à actualiser face aux nouvelles réalités climatiques
3. Un littoral fragilisé par la montée des eaux et l'érosion côtière	27	- Des dysfonctionnements dans les systèmes d'alerte et de secours
PARTIE 2. DES SENSIBILITÉS TRÈS VARIABLES FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	33	- L'inaction : un coût plus élevé que l'adaptation
1. Changements climatiques et pauvreté : la double peine	34	- Injustices climatiques et risque de mal adaptation
2. L'âge : une double vulnérabilité, des plus jeunes aux plus âgés	37	
3. Genre, handicap, ... : des inégalités renforcées	40	
4. La santé des populations : un facteur déterminant	43	
PARTIE 3. CAPACITÉS D'ADAPTATION : LE MANQUE DE PRÉPARATION	45	
		CONCLUSION
		GLOSSAIRE
		ENCADRÉ MÉTHODOLOGIQUE
		DEGRÉS D'INCERTITUDE ET NIVEAUX DE CONFIANCE
		SOURCES DES FIGURES
		NOTES BIBLIOGRAPHIQUES



Introduction

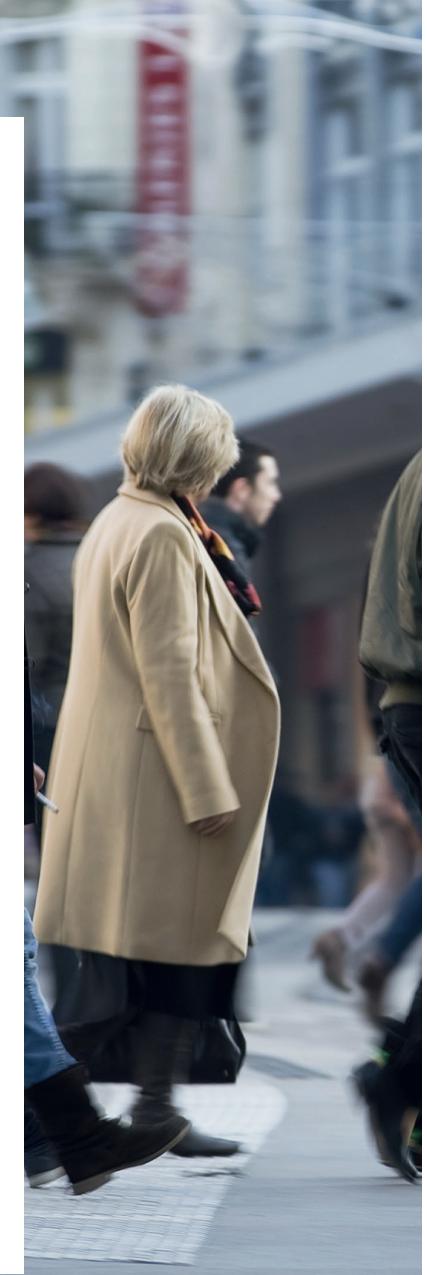
Un habitant sur deux se déclare à la fois exposé et vulnérable face à des conditions de vie rendues plus difficiles par les effets des changements climatiques.

Les changements climatiques redessinent déjà, de manière tangible, les conditions de vie dans la région des Pays de la Loire.

Hausse des températures, sécheresses plus intenses et prolongées, recul du trait de côte, élévation du niveau marin, inondations : autant de manifestations d'un dérèglement profond qui perturbe les activités économiques, fragilise les infrastructures et expose les populations à des risques croissants. Plus qu'un enjeu environnemental, il s'agit désormais d'un défi territorial, social et démocratique de première importance¹. Les habitantes et habitants de la région en ont pleinement conscience. Près d'un sur deux (49 %) se déclare à la fois exposé et vulnérable face à des conditions de vie rendues plus difficiles par les effets des changements climatiques². Et 59 % estiment que leur territoire n'est pas prêt à affronter les conséquences à venir³. Ce sentiment d'inquiétude, nourri par l'expérience directe des aléas, s'accompagne d'une attente forte vis-à-vis des pouvoirs publics⁴.

Beaucoup expriment un manque de préparation collective, tant sur l'adaptation pour anticiper et gérer les impacts, qu'en matière d'atténuation sans laquelle « il ne sera pas possible de s'adapter»⁵. La réponse doit donc être double et cohérente : agir sur les causes, tout en renforçant la capacité des territoires à faire face aux effets déjà présents⁶.

Pour être véritablement efficace, cette réponse doit s'attacher à prendre en compte les spécificités territoriales, qu'elles soient sociales, économiques



© Région Pays de la Loire / PB. Fourny

Face aux inégalités que les changements climatiques ne manqueront pas d'accentuer dans les Pays de la Loire, il s'agit là d'un impératif de justice sociale et environnementale essentiel à la résilience du territoire.

ou géographiques. Car les vulnérabilités face aux changements climatiques ne sont ni uniformes, ni aléatoires. Elles dépendent de trois dimensions interdépendantes : l'exposition physique aux aléas (sécheresse, inondation, submersion), la sensibilité propre à certaines populations (âge, genre, état de santé, précarité), et les capacités d'adaptation (accès à l'information, aux services publics, à un logement performant, à des écosystèmes fonctionnels)^{7⁸9}.

Dans un contexte d'aggravation des déséquilibres climatiques, ignorer ces disparités reviendrait à renforcer les fractures sociales et territoriales¹⁰. L'exigence de justice climatique doit donc structurer l'action publique. Elle impose des stratégies différencierées, ancrées dans les réalités locales, élaborées à partir des besoins spécifiques des populations, et construites avec l'ensemble des parties prenantes — entreprises, institutions, chercheurs, associations, citoyens^{11 12}. Elle suppose aussi de protéger les infrastructures critiques, de restaurer les milieux naturels, et d'anticiper les risques à venir dans une logique de solidarité et de résilience¹³.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent rapport. Il vise à documenter les vulnérabilités des populations ligériennes en croisant trois dimensions indissociables : le niveau d'exposition aux aléas climatiques, la sensibilité propre à chaque individu, et la capacité d'adaptation face aux effets déjà perceptibles ou à venir. Car ces vulnérabilités ne se répartissent ni de façon homogène, ni

de manière arbitraire. Elles dépendent à la fois du territoire de vie et de déterminants socio-économiques tels que l'âge, le genre, l'état de santé ou la précarité¹⁴. Ces facteurs conditionnent directement la manière dont les habitants peuvent faire face aux perturbations climatiques¹⁵.

Dans un contexte d'intensification des impacts climatiques, cette combinaison d'inégalités expose la région au risque d'un creusement des fractures sociales et territoriales. Prendre en compte ces disparités est une condition indispensable pour orienter les politiques d'adaptation vers plus d'efficacité et de justice ●

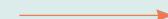


La vulnérabilité des populations

face aux changements climatiques

Le climat, les écosystèmes et les sociétés humaines sont intimement liés, formant un ensemble complexe d'interactions. Il est donc crucial de bien comprendre ces liens pour évaluer les risques associés aux changements climatiques et définir les stratégies d'adaptation les plus efficaces. Les impacts de ces changements ne dépendent pas seulement de l'intensité des aléas climatiques : ils sont également influencés par les contextes sociaux, économiques et culturels dans lesquels ils se manifestent et qui façonnent la manière dont les populations réagissent ou se préparent à ces événements.

Comprendre et réduire la vulnérabilité des populations nécessite donc de prendre en compte cette complexité et d'agir sur les différentes dimensions qui la composent : l'exposition aux aléas climatiques attribuables à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES), la sensibilité à leurs impacts tels que l'élévation des températures, la fréquence accrue des canicules, la montée du niveau de la mer ou encore l'augmentation des sécheresses et la capacité à s'y adapter^{16 17}.



Les composantes de la vulnérabilité des populations

L'exposition

aux changements climatiques désigne les différentes manières dont les individus ou groupes sociaux sont confrontés aux aléas climatiques et subissent leurs conséquences.

Pour un aléa spécifique (canicule, inondation, sécheresse, etc.), l'exposition des habitants d'un territoire dépend de nombreux facteurs, tels que la nature de leur logement, leur lieu de travail, leur mode de vie ou encore leur situation économique. Au sein d'un même immeuble, l'exposition des résidents peut varier considérablement selon des critères comme l'étage, l'orientation, la superficie ou l'aménagement des appartements.

En d'autres termes, l'exposition d'un individu ou d'un groupe à un phénomène climatique donné dépend de réalités socio-spatiales qui, elles-mêmes, changent avec l'échelle considérée¹⁸.

La sensibilité

d'un individu ou d'un groupe social décrit la prédisposition à être affecté par un aléa en fonction de caractéristiques qui lui sont propres.

Multifactorielle, la sensibilité résulte notamment de processus "thermo-physiologiques, psychologiques, socio-spatiaux ou culturels"¹⁹. À l'échelle d'un même foyer, d'un même logement, et confronté à une même exposition thermique par exemple, le ressenti instantané de chaque individu varie en fonction de plusieurs critères : l'âge, l'état de santé physique et psychologique, la condition physique, l'histoire personnelle, les expositions antérieures, le niveau d'activité dans la pièce

Ces critères évoluent au cours du temps, ce qui signifie que la sensibilité d'un individu à un même aléa peut changer avec l'âge et le parcours de vie^{20 21 22}.

La capacité d'adaptation

d'un individu ou d'un groupe désigne l'aptitude à mettre en place des ajustements face aux impacts des changements climatiques pour atténuer les effets négatifs, surmonter la phase critique, engager des mesures ou des actions, et en tirer des opportunités^{23 24}.

À leur tour, les politiques d'adaptation ont pour objectif de renforcer la résilience des sociétés face aux changements climatiques qui, elle, définit la capacité d'une population à absorber les perturbations climatiques actuelles et futures ; à se réorganiser pour maintenir ses structures fondamentales ; à continuer de fonctionner de manière durable malgré les stress environnementaux ; à développer et mettre en œuvre des stratégies d'adaptation efficaces.

À l'échelle des individus ou groupes sociaux, les capacités d'adaptation reposent sur de nombreux facteurs que l'on peut regrouper en trois catégories : les "savoirs" qui relèvent des connaissances ; les "savoir-faire" qui renvoient au domaine des pratiques, notamment des pratiques socio-spatiales et usages des lieux ; les « capacités relationnelles et les sensibilités ». Ces capacités, également influencées par le genre, les caractéristiques physiques, cognitives, socio-spatiales, culturelles et économiques des individus, sont un indicateur des inégalités sociales et spatiales au sein d'un territoire donné²⁵. À ce titre, les politiques publiques ont un rôle à jouer pour proposer des mesures d'adaptation différenciées et adaptées aux caractéristiques des individus et des territoires.



© iStock

Une exposition inégale face à des risques croissants

Partie 01

En Pays de la Loire, les changements climatiques représentent un défi majeur dont les impacts varient en fonction de la nature urbaine ou rurale des territoires, et des caractéristiques géographiques et environnementales.

Si l'évolution des températures suit une trajectoire homogène dans la région, l'exposition des territoires ligériens reste néanmoins hétérogène²⁶. De la côte atlantique aux plaines de la Sarthe, des marais de la Loire aux centres urbains, chaque territoire présente une sensibilité particulière aux bouleversements climatiques. Cette réalité, déjà perceptible dans le quotidien des habitants, s'intensifie année après année, redessinant la géographie des risques et des fragilités de la région. Une analyse croisée des niveaux de risques et des degrés d'exposition s'avère donc essentielle pour souligner les spécificités territoriales face aux conséquences des changements climatiques.

Cette première partie explore comment les populations ligériennes sont inégalement exposées aux changements climatiques, selon qu'elles habitent en ville ou à la campagne, sur le littoral ou dans les terres, le long des cours d'eau ou sur les plateaux argileux. Au-delà d'un simple état des lieux, il s'agit donc de comprendre comment ces vulnérabilités évolueront au fil du temps, se renforceront mutuellement et transformeront durablement les territoires ligériens.

01. Des zones urbaines particulièrement exposées à la chaleur

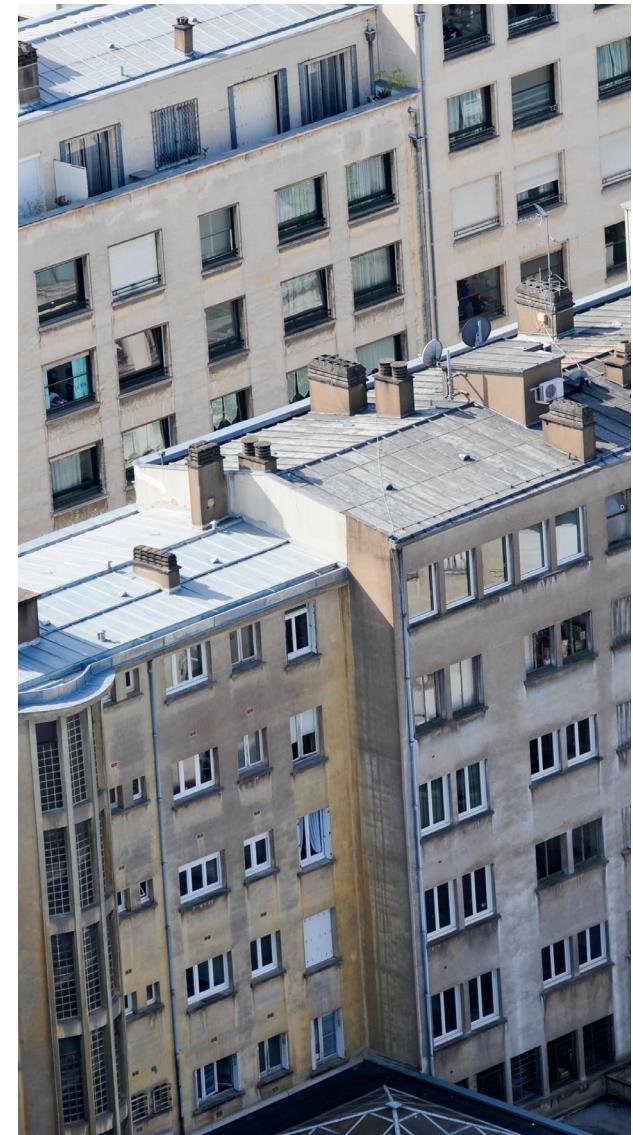


Depuis plusieurs décennies, les Pays de la Loire enregistrent une élévation progressive des températures moyennes. Cette tendance, amorcée dès le milieu du XX^e siècle, s'est nettement accélérée à partir des années 1980, avec une hausse moyenne de +0,37°C par décennie²⁷. Ce réchauffement ne touche toutefois pas le territoire de manière uniforme : il est plus marqué dans les terres que sur le littoral et davantage perceptible en été qu'en hiver²⁸.

Les projections climatiques pour les prochaines décennies envisagent plusieurs trajectoires possibles. À trajectoire inchangée (scénario RCP 8.5), la température pourrait s'élever d'environ + 2,5°C à l'horizon 2050, et jusqu'à + 4°C d'ici à 2100²⁹.

Ce réchauffement entraînera une augmentation marquée des journées chaudes et des vagues de chaleur, qui deviendront plus fréquentes, plus longues et plus intenses. En l'absence de mesures ambitieuses pour réduire les émissions, le nombre de jours dépassant les 35°C pourrait être multiplié par quatre d'ici 2050³⁰. Quant aux vagues de chaleur, leur durée annuelle pourrait atteindre une trentaine de jours à cet horizon, soit l'équivalent de la canicule de 2022 reproduite chaque année sur le territoire³¹.

En Pays de la Loire, le réchauffement est plus marqué dans les terres que sur le littoral et davantage perceptible en été qu'en hiver.



© Région Pays de la Loire / PB. Fourny

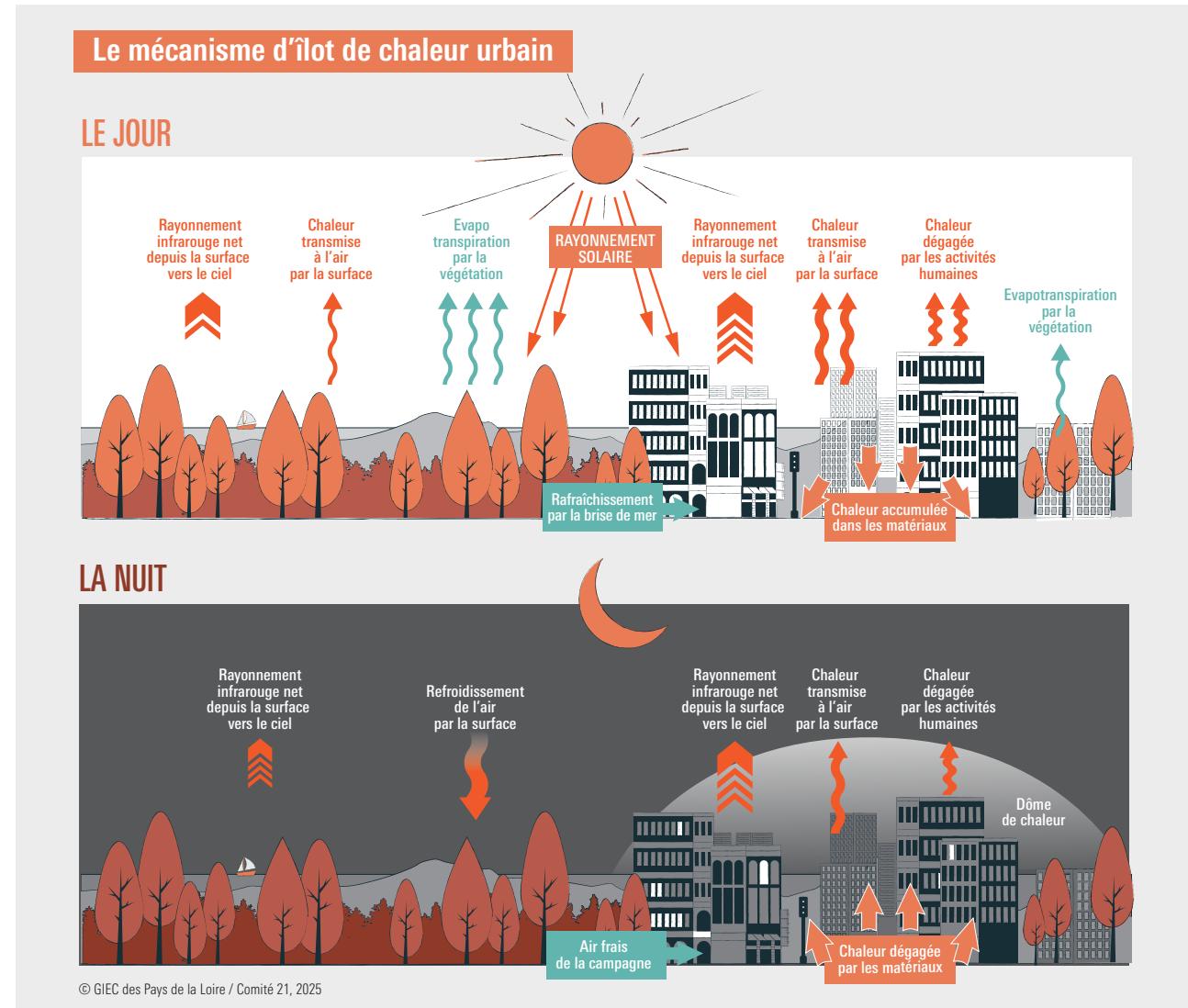
ILOTS DE CHALEUR URBAINS : DES CONSÉQUENCES DÉJÀ VISIBLES

Les grandes agglomérations de la région, telles que Nantes, Saint-Nazaire, Angers et Le Mans sont particulièrement vulnérables à l'augmentation des températures. Or, elles hébergent plus du tiers des populations régionales et concentrent de nombreux équipements (infrastructures de réseaux, santé, éducation, emploi, culture, ...) essentiels au territoire ligérien et à ses habitants³².

Avec l'intensification des vagues de chaleur, ces zones urbaines sont confrontées au phénomène des îlots de chaleur, dont les causes sont liées à l'accumulation thermique des bâtiments mais aussi à certaines formes urbaines qui entravent la circulation de l'air. Un phénomène accentué par la chaleur générée par les moteurs thermiques, ainsi que par le manque d'espaces végétalisés, le taux d'imperméabilisation et la typologie des surfaces imperméabilisées, qui caractérisent encore trop souvent certains de ces territoires^{33 34}.

Au regard des projections climatiques et de la forte densité urbaine de la région, il devient donc crucial de mettre en place des politiques d'aménagement et d'adaptation pour limiter ce phénomène thermique et renforcer la résilience des zones urbanisées. Pour les populations les plus vulnérables, telles que les occupants de « passoires thermiques », les travailleurs en extérieur, les scolaires ou les personnes âgées, ces enjeux revêtent une dimension sanitaire et sociale prioritaire, qui nécessite une approche multidimensionnelle et intégrée de l'aménagement urbain.

Figure 1. Les mécanismes d'îlot de chaleur urbain



Les îlots de chaleur urbains : un amplificateur des effets climatiques

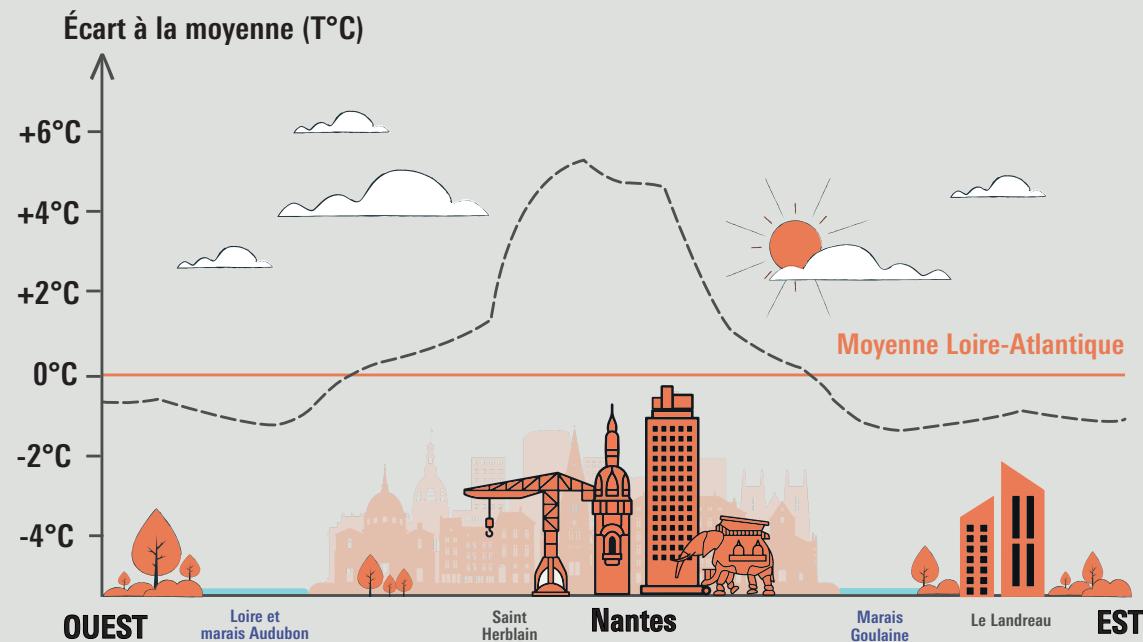
Les îlots de chaleur urbains (ICU) désignent des zones où la chaleur s'accumule fortement en milieu urbain, créant un microclimat plus chaud que dans les espaces environnants. En été, les matériaux urbains absorbent la chaleur le jour et la restituent lentement la nuit, limitant ainsi le rafraîchissement nocturne^{36 37}. Ainsi, dans certaines conditions, les écarts de température peuvent être très marqués entre les centres urbains et les zones rurales ou naturelles.

Avec les changements climatiques, ces microclimats deviennent un facteur d'aggravation majeur : ils amplifient les effets des vagues de chaleur, accentuent les inégalités sociales (les quartiers précaires étant souvent les plus exposés), et mettent sous tension les infrastructures et réseaux urbains³⁸.

Dans les Pays de la Loire, les travaux de l'AURAN³⁹ montrent que l'amplitude des températures de surface peut atteindre jusqu'à 14°C entre les zones les plus chaudes et les plus fraîches à l'échelle du département. Les centres-villes denses et peu végétalisés, tels que ceux de Nantes ou Saint-Nazaire, sont particulièrement concernés. Cependant, les ICU ne se limitent pas aux grandes agglomérations : des villes moyennes comme Pornic, Châteaubriant ou Ancenis sont également exposées⁴⁰. À Saint-Nazaire, les températures les plus élevées sont enregistrées dans le parc immobilier de la reconstruction du centre-ville, ainsi que dans les centralités de Montoir-de-Bretagne et Trignac. Ces espaces locaux de surchauffe apparaissent aussi dans des zones situées à l'écart des centres urbains telles que les zones d'activités économiques ou la zone industrialo-portuaire de Montoir-Saint-Nazaire⁴¹. Certaines zones agricoles ne sont pas épargnées. Dans la vallée de la Divatte, sur le territoire de Sèvre et Loire, les activités maraîchères contribuent à des températures de surface parmi les plus élevées, en lien avec la nature des sols et les usages qui en sont faits⁴².

Ensemble, ces constats soulignent donc la nécessité d'un traitement localisé et différencié du phénomène. Adapter les territoires aux changements climatiques implique de repérer les zones les plus sensibles et d'y déployer des solutions ciblées : végétalisation, désimperméabilisation, matériaux réfléchissants, création d'îlots de fraîcheur, aménagements adaptés aux contextes urbains, industriels ou agricoles⁴³.

Figure 2. Les îlots de chaleur dans l'agglomération de Nantes



POLLUTION DE L'AIR ET VAGUES DE CHALEUR : UNE DOUBLE MENACE

Sous certaines conditions météorologiques, les vagues de chaleur jouent un rôle clé dans l'aggravation de la pollution atmosphérique, en particulier durant les saisons printanière et estivale. Car elles favorisent alors la formation de polluants secondaires tels que l'ozone et certains aérosols, accélèrent l'évaporation des composés organiques volatils (COV) et intensifient la production de particules fines⁴⁴.

Lors de situations anticycloniques, la pollution peut aussi être accentuée par le phénomène d'inversion thermique au cours duquel l'air au sol est plus froid que dans les strates supérieures. En limitant les mouvements verticaux de l'air, l'inversion thermique empêche alors la dispersion des polluants, tandis que l'absence de vent, elle, intensifie leur concentration au niveau du sol.

Déjà particulièrement exposées aux effets thermiques, les zones urbaines de la région, sont également les plus affectées par la pollution de l'air⁴⁵. Les indices de qualité de l'air y sont classés comme « mauvais » ou « très mauvais » entre 14 et 26 jours chaque année⁴⁶.

Cette pollution est liée à l'ozone et à la présence de particules fines, des particules solides et extrêmement petites, dangereuses pour la santé respiratoire et cardiovasculaire. Une grande partie de ces particules provient des activités de combustion, comme le chauffage des bâtiments, les transports thermiques et la production industrielle.

Les grandes agglomérations de la région sont les principales émettrices de ces particules fines. **Ainsi, Nantes et Saint-Nazaire représentent respectivement 19 % et 17 % des émissions de PM10 en Loire-Atlantique, tandis qu'Angers génère 16 % des émissions de particules fines dans le Maine-et-Loire⁴⁷.**

Déjà particulièrement exposées aux effets thermiques, les zones urbaines de la région, sont également les plus affectées par la pollution de l'air.



© Région Pays de la Loire / M. Gross

02. Des inondations aux sécheresses : aucun territoire ligérien n'est épargné



Si la hausse des températures est souvent citée comme le symbole du réchauffement climatique, c'est l'évolution du cycle de l'eau qui, dans les Pays de la Loire, en révèle les effets les plus concrets avec l'alternance de sécheresses prolongées et d'inondations. Ces phénomènes touchent l'ensemble du territoire où ils fragilisent les logements, les infrastructures, les terres agricoles, les milieux urbains et les activités économiques.

Si le volume annuel de précipitations devrait rester globalement stable sur le territoire, leur répartition au fil de l'année devrait profondément se modifier, projetant des hivers plus humides, marqués par des pluies intenses, et des périodes sèches, plus longues, ponctuées de sécheresses durables⁴⁸.

Ce déséquilibre aggrave les tensions sur la ressource en eau, et s'accompagne de nouveaux risques : mouvements de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles, et incendies de végétation, notamment dans des départements boisés comme dans le Maine-et-Loire et la Sarthe où les forêts couvrent 20 % du territoire⁴⁹. Dans un prochain rapport, le GIEC des Pays de la Loire étudiera plus amplement les impacts des changements climatiques sur la ressource en eau en Pays de la Loire.

VALLÉES DE LA LOIRE, LITTORAL : UNE EXPOSITION CROISSANTE AU RISQUE D'INONDATION

La région des Pays de la Loire fait partie des territoires français les plus exposés aux inondations.

Cette vulnérabilité s'explique par la densité de son réseau hydrographique – avec la Loire, ses affluents et de nombreux petits cours d'eau – ainsi que par sa façade maritime ouverte sur l'océan Atlantique. Pour autant, cette exposition n'est pas homogène. Elle varie fortement d'un territoire à l'autre, en fonction de facteurs tels que la répartition de la population, la densité des emplois, la configuration des vallées, ou encore les choix d'aménagement et d'urbanisation⁵⁰.

Certaines zones apparaissent comme particulièrement sensibles en raison de la concentration des enjeux humains, économiques ou environnementaux^{51⁵²}. C'est notamment le cas des agglomérations d'Angers et de Saumur, situées dans les vallées de l'Authion et de la Maine. Ce territoire concentre une forte densité humaine et économique dans des secteurs inondables : environ 155 000 habitants et 109 000 emplois y sont directement exposés à un risque d'inondation élevé⁵³.

La métropole nantaise est également concernée, notamment dans les vallées de la Loire, de la Sèvre Nantaise et de l'Erdre, qui traversent ou bordent

En 2050, les dommages annuels moyens pourraient connaître une augmentation drastique, de plus de 150%.

des quartiers densément peuplés⁵⁴. Plus au nord, la vallée de la Vilaine – de Rennes à Redon – est elle aussi régulièrement soumise à de fortes crues. Ces dernières années, les niveaux d'eau y ont battu des records, révélant un risque accru d'augmentation des épisodes extrêmes à l'avenir. Même si ce secteur déborde du périmètre administratif ligérien, il illustre la continuité hydrologique à l'échelle des bassins versants, et la nécessité d'actions coordonnées entre régions voisines⁵⁵.

Le littoral ligérien est quant à lui principalement exposé aux submersions marines, en particulier sur la baie de l'aiguillon, territoire vulnérable aux grandes marées et aux tempêtes en lien avec l'élévation du niveau de la mer⁵⁶.

Cette situation souligne la nécessité d'une politique de gestion du risque cohérente, articulant prévention, aménagement du territoire, protection des personnes et anticipation des effets des changements climatiques. L'intensification attendue des événements hydrologiques extrêmes rend ces actions d'autant plus urgentes.

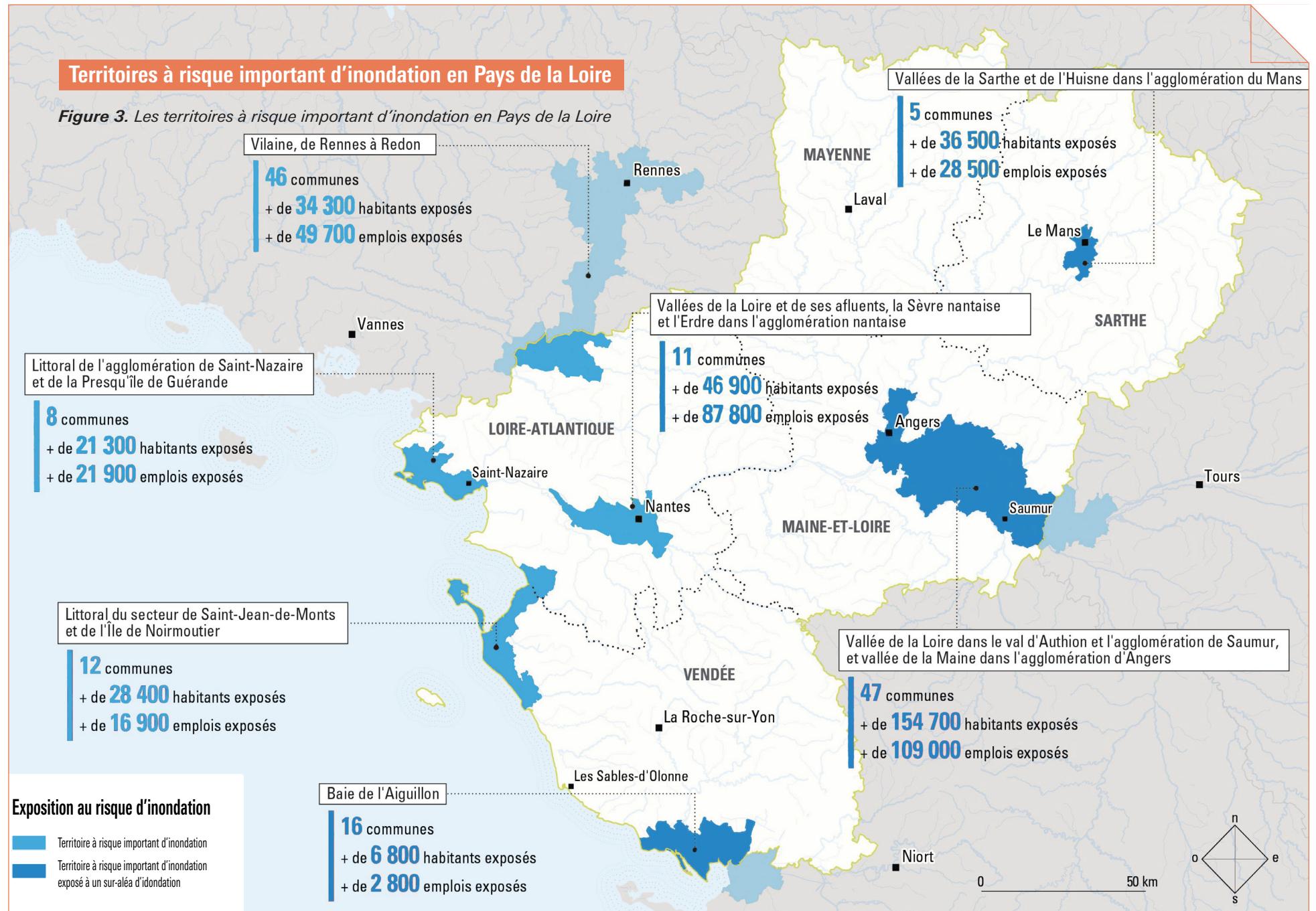
Au-delà des enjeux humains et environnementaux, les inondations engendrent des coûts économiques croissants. En Pays de la Loire, les dommages

sont estimés à 25 millions d'euros par an⁵⁷. Ces montants devraient encore augmenter sous l'effet du dérèglement climatique. D'ici 2050, les dommages annuels moyens pourraient croître de plus de 150 %. À l'échelle de certaines collectivités, la sinistralité⁵⁸ liée aux inondations pourraient même tripler par rapport aux niveaux actuels^{59 60}.

Plusieurs tendances expliquent cette dynamique : la fréquence accrue des événements climatiques, l'urbanisation continue dans les zones à risque et la concentration élevée d'enjeux humains et économiques⁶¹. Parmi les EPCI les plus exposés aux inondations – par ruissellement ou débordement – figurent les métropoles de Nantes, Angers et Le Mans, ainsi que les agglomérations de Laval, Saumur Val de Loire et la CARENE (région nazairienne et estuaire)⁶².



© Istock



*Avec les inondations,
le retrait-gonflement des argiles
constitue l'un des principaux risques climatiques.*

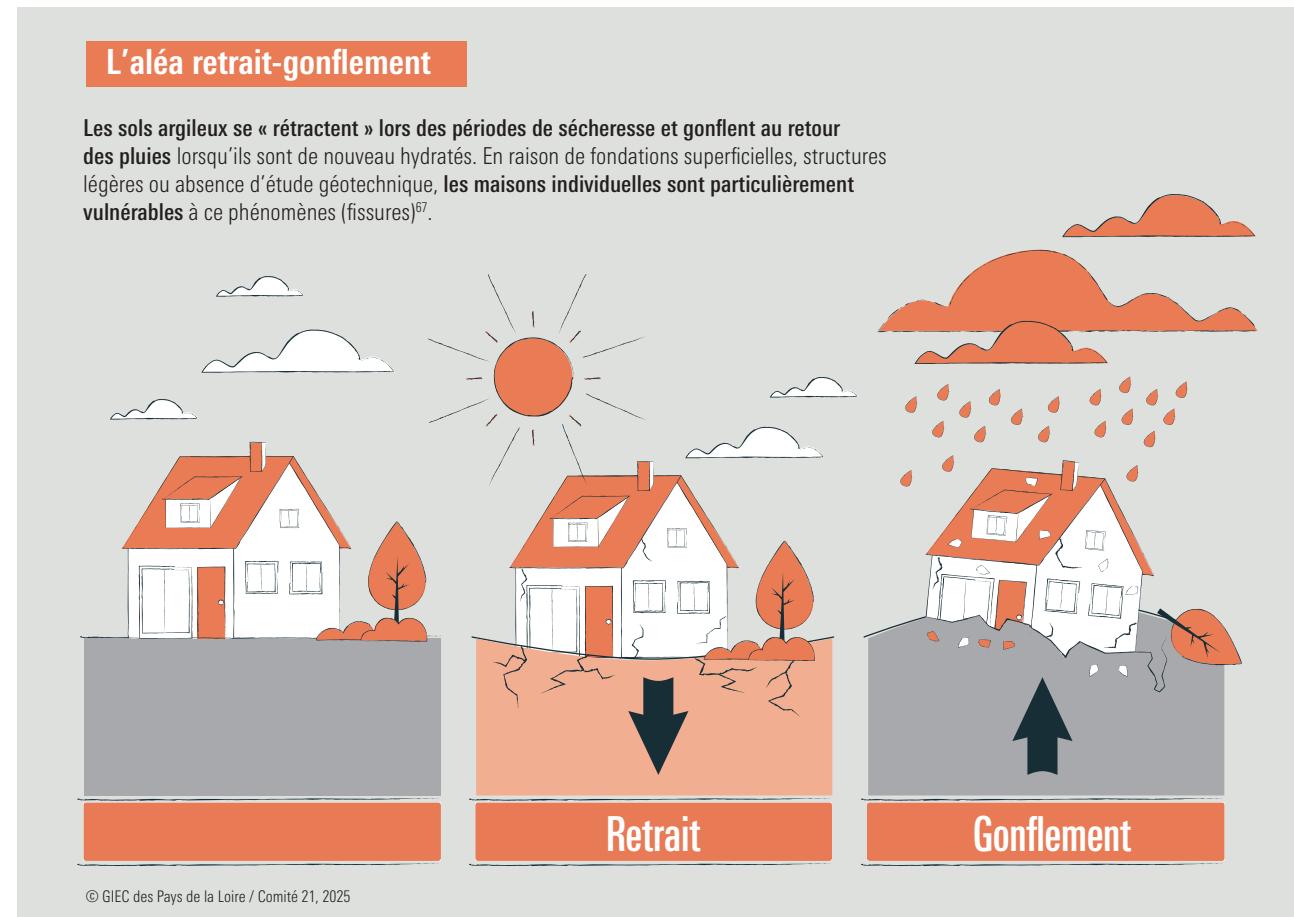
RETRAITS-GONFLEMENTS DES ARGILES : UN QUART DU TERRITOIRE CONCERNÉ

L'alternance entre sécheresses et périodes d'humidité entraîne un phénomène de retrait-gonflement des sols argileux. Avec les inondations, il constitue en Pays de la Loire l'un des principaux risques climatiques, auquel près de 2,4 millions d'habitants sont exposés⁶³.

Trois zones sont plus particulièrement exposées dans la région : l'est du Maine-et-Loire, la Sarthe et, dans une moindre mesure, la côte vendéenne. Bien que d'évolution relativement lente, le retrait gonflement des argiles génère déjà annuellement des dégâts considérables et croissants, affectant majoritairement les maisons individuelles. La perte financière totale annuelle moyenne liée au phénomène s'élevait déjà à 32 millions d'euros dans la région⁶⁴.

Or, au vu de l'intensification attendue des sécheresses sur le territoire ligérien, ce montant pourrait tripler à l'horizon 2050⁶⁵. Les zones urbanisées sont particulièrement à risque. En effet, **les trois EPCI les plus sinistrés en 2050 par les retraits-gonflements des argiles seraient : Nantes Métropole, Le Mans Métropole et Angers Loire Métropole**⁶⁶.

Figure 4. Les retraits-gonflements des argiles

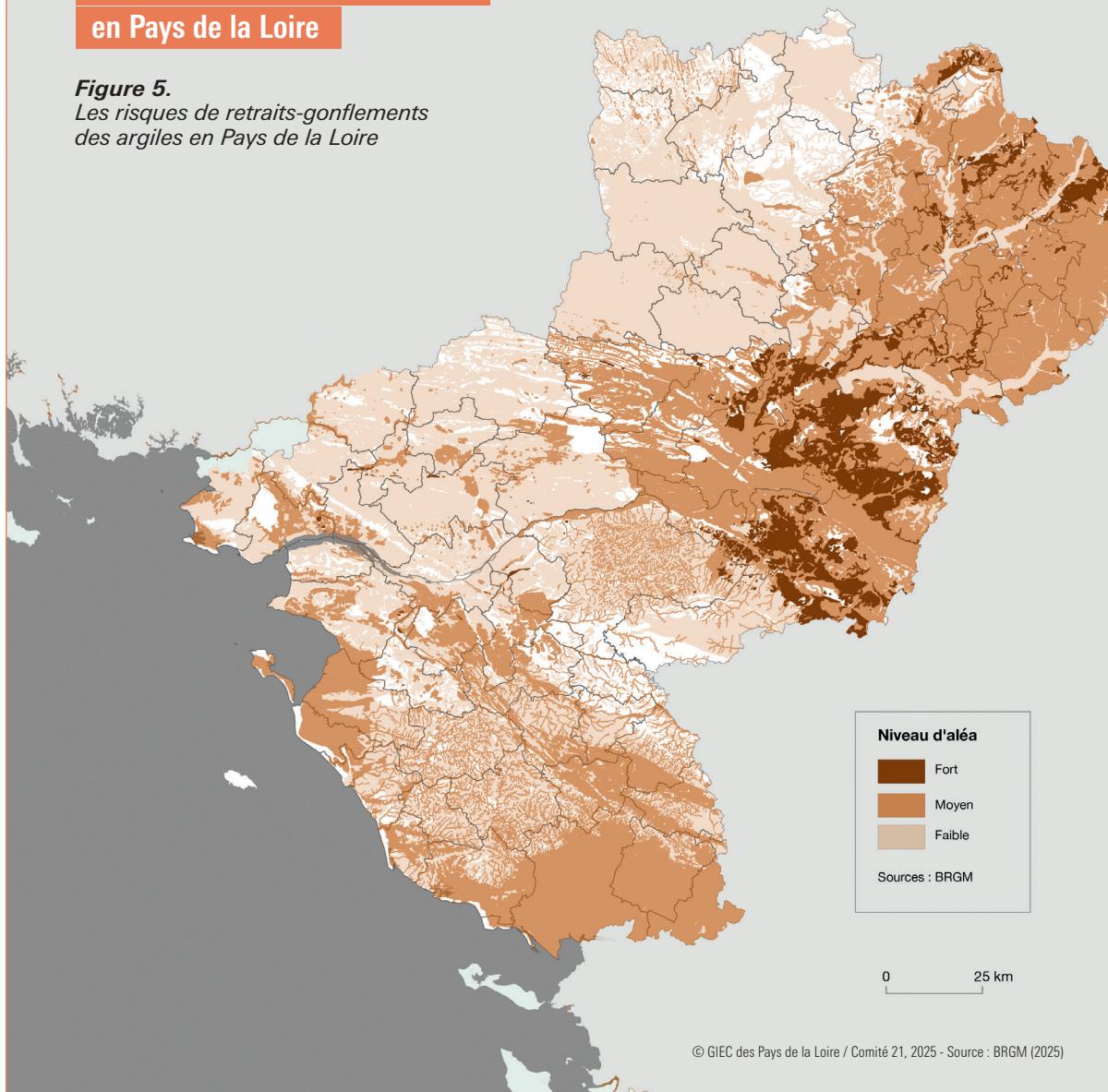


© GIEC des Pays de la Loire / Comité 21, 2025

Le retrait-gonflement des argiles : un risque discret mais coûteux en Pays de la Loire

Figure 5.

Les risques de retraits-gonflements des argiles en Pays de la Loire



Le retrait-gonflement des argiles (RGA) est un phénomène géotechnique qui affecte les sols argileux soumis à de fortes variations d'humidité. Lors des périodes de sécheresse, ces sols se rétractent ; à l'inverse, ils se dilatent lors d'épisodes pluvieux.

Ce mouvement différentiel peut provoquer des fissures importantes sur les bâtiments, notamment sur les maisons individuelles qui reposent souvent sur des fondations superficielles et légères, parfois sans étude géotechnique préalable. En France, ce phénomène concerne environ 10 millions de maisons individuelles, soit près de 54% du parc résidentiel⁶⁸. Le coût moyen d'un sinistre lié au RGA s'élève à 16 500 euros par logement⁶⁹, ce qui en fait l'un des montants les plus élevés couverts par les garanties dommages des assurances.

Dans les Pays de la Loire, près de 2,4 millions habitants vivent dans des zones exposées (dont 1,2 millions à un aléa moyen à fort de RGA)⁷⁰. Le Maine-et-Loire est le département le plus touché, notamment dans sa partie orientale (Saumur, Doué-en-Anjou, Beaufort-en-Anjou...), mais des secteurs importants sont également concernés dans la Sarthe, la Vendée, le nord de la Loire-Atlantique et le sud de la Mayenne.

En accentuant la fréquence et l'intensité des sécheresses estivales, les changements climatiques contribuent à renforcer ce risque. La sinistralité liée au RGA est ainsi en nette augmentation ces dernières années, au point d'avoir conduit à une réforme du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles pour ce type de phénomène. Dans ce contexte, il est essentiel de renforcer l'information des habitants, d'intégrer les risques géotechniques dans les documents d'urbanisme, de systématiser les études de sol avant construction, et de promouvoir des techniques de fondation adaptées dans les zones exposées.

FEU DE FORêt : UN RISQUE EN FORTE PROGRESSION DANS LA SARTHE ET LE MAINE-ET-LOIRE

La région des Pays de la Loire est relativement peu boisée, avec un taux de boisement de 11 %, contre 31 % en moyenne à l'échelle nationale⁷¹. La Sarthe fait exception avec 20 % de son territoire couvert de forêts, ce qui en fait le département le plus boisé de la région⁷².

Sous l'effet des changements climatiques, le risque de départ de feux de végétation tend à s'accentuer, à la fois par l'augmentation des périodes de sécheresse et par la multiplication des conditions favorables à la propagation des flammes.

Ce risque repose sur trois facteurs principaux : la sensibilité naturelle des essences au feu, la probabilité de départ de feu — principalement liée aux activités humaines —, et la pression climatique, qui peut intensifier l'aléa selon les zones⁷³.

Certaines essences, de conifères notamment, sont particulièrement inflammables, à la différence des feuillus, globalement moins vulnérables. Ainsi, les massifs forestiers du sud de la Sarthe et du nord-est du Maine-et-Loire, majoritairement composés de résineux (à l'exception de la forêt de Bercé), apparaissent comme des zones à haut risque. Ces forêts forment un ensemble continu particulièrement sensible.

D'autres zones apparaissent particulièrement sensibles. C'est le cas des grandes forêts domaniales du littoral vendéen, constituées presque exclusivement de pins maritimes, mais aussi de quelques massifs isolés, comme la forêt de Domnaïche (44), à l'ouest de Châteaubriant, ou la forêt de Longuenée (49), située entre Angers et Segré⁷⁴.

Dans les années à venir, le risque d'incendie devrait s'intensifier sous l'effet des sécheresses. À l'horizon 2050, dans un scénario d'émissions élevées, le risque de feux de forêt pourrait ainsi doubler dans la région^{75 76}. Ce risque est d'autant plus préoccupant que les zones les plus exposées abritent une forte densité de population. Les agglomérations d'Angers et du Mans, en contact direct avec de larges étendues forestières, sont particulièrement vulnérables.

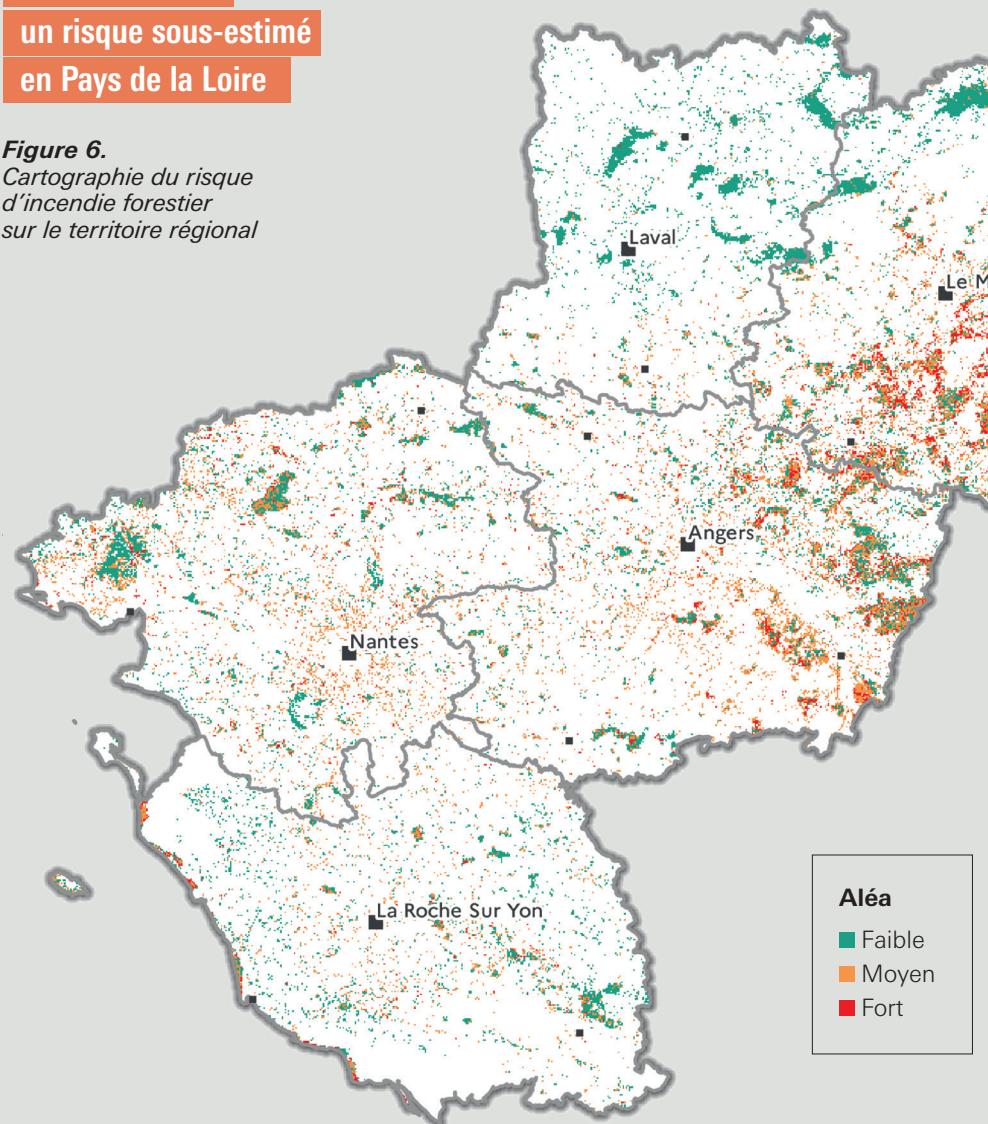
*À l'horizon 2050,
dans un scénario d'émissions élevées,
le risque de feux de forêt pourrait
ainsi doubler dans la région.*



© Région Pays de la Loire / Ouest Médias

Feux de forêt : un risque sous-estimé en Pays de la Loire

Figure 6.
Cartographie du risque
d'incendie forestier
sur le territoire régional



Longtemps perçu comme un phénomène cantonné aux régions méditerranéennes, le risque d'incendie de forêt progresse aujourd'hui dans des territoires plus septentrionaux, à mesure que les changements climatiques intensifient les sécheresses, accroît les températures et réduit l'humidité des sols et de la végétation. Les Pays de la Loire n'échappent pas à cette tendance.

L'évaluation du risque d'incendie de forêt repose sur le croisement de trois indicateurs⁷⁷ :

- L'aléa, qui combine la sensibilité des essences forestières, la probabilité de départ de feu et la pression climatique ;
- Les enjeux, incluant à la fois les populations exposées, les infrastructures, les activités de gestion forestière, et les milieux naturels à préserver (biodiversité, patrimoine) ;
- La défendabilité du territoire, évaluée selon la capacité d'accès des secours et la disponibilité des points d'eau naturels ou artificiels.

À partir de ce croisement, le risque est classé en trois niveaux : faible, moyen ou fort⁷⁸.

Dans les Pays de la Loire, les zones les plus exposées se situent au sud de la Sarthe (notamment autour de La Flèche et du Lude) et dans le quart nord-est du Maine-et-Loire, autour de Baugé et Noyant. Ces territoires cumulent la présence de massifs forestiers sensibles, une forte pression climatique estivale et des difficultés d'accès pour les services de secours. Face à cette évolution, les stratégies d'adaptation doivent intégrer ce risque de manière proactive : entretien des forêts et des lisières, développement de points d'eau, amélioration de la coordination entre acteurs de la forêt et services de sécurité civile, mais aussi sensibilisation accrue des habitants et des usagers de la forêt, y compris dans des territoires jusqu'ici peu habitués à cette menace.

03. Un littoral fragilisé par la montée des eaux et l'érosion côtière



Dans les années à venir, les coûts liés à la gestion du trait de côte devraient fortement augmenter, pesant lourdement sur les finances des collectivités littorales.

Les changements climatiques exposent le littoral atlantique à de multiples pressions, à commencer par l'élévation du niveau de la mer. D'ici la fin du siècle, dans un scénario d'émissions élevées, la hausse pourrait dépasser 0,72 cm selon la valeur médiane, voire dépasser les 1 mètre⁷⁹, bouleversant durablement les équilibres du littoral⁸⁰. En se basant sur la trajectoire d'adaptation choisie par la France⁸¹ - un réchauffement global de +4°C au niveau national -, cette élévation pourrait être de l'ordre de 56 cm (± 20 cm)⁸².

Ce phénomène entraîne déjà plusieurs conséquences : intrusion d'eau salée dans certaines nappes d'eau douce littorales, fragilisation des infrastructures portuaires et des digues — conçues à une époque où le niveau marin était bien inférieur —, et vulnérabilité accrue des zones urbanisées proches du rivage.

À cela s'ajoute l'érosion côtière, qui touche de nombreux segments du littoral sableux ou rocheux. En Loire-Atlantique, les communes de Mesquer, Piriac et Le Pouliguen sont particulièrement concernées. En Vendée, l'érosion affecte des zones comme L'Épine, La Guérinière, Saint-Hilaire-de-Riez, Longeville-sur-Mer et La Tranche-

sur-Mer. Même dans les secteurs moins érodés, la concentration des biens et des activités dans la bande côtière rend la situation préoccupante. En Vendée, les côtes sableuses représentent environ 40 % du littoral, soit près de 109 km⁸³. Selon les indicateurs de suivi, 27 % du littoral vendéen recule à un rythme compris entre 0,1 et 0,5 mètre par an, et 7 % recule à un rythme plus rapide, entre 0,5 et 1,5 mètre⁸⁴.

Sur certaines plages — plages de Pont-Mahé à Assérac, plages de Mesquer, plage de Saint-Michel à Piriac-sur-Mer — le trait de côte peut reculer ponctuellement de plus de 30 mètres après une tempête. À l'horizon 2100, ce recul pourrait atteindre jusqu'à 135 mètres^{85 86}.

La montée du niveau marin est également susceptible d'amplifier les effets des tempêtes, augmentant les risques de submersion dans les zones basses, comme les arrière-pays littoraux séparés de l'océan par de simples cordons dunaires ou digues. Les zones les plus exposées sont les baies de l'Aiguillon et de Bourgneuf (marais breton), l'île de Noirmoutier, l'estuaire de la Loire, ainsi que les marais du Payré, d'Olonne, du Croisic, de Pen Bé et de Pont

Mahé⁸⁷. Que l'on parle de submersion ou d'érosion, la fréquence et l'intensité des tempêtes sont des facteurs aggravants. Or, si les changements climatiques accroît la probabilité de tels événements extrêmes, leur occurrence reste difficile à prévoir avec précision.

Dans les années à venir, les coûts liés à la gestion du trait de côte devraient fortement augmenter, pesant lourdement sur les finances des collectivités littorales. Certaines infrastructures nécessiteront des travaux importants en raison de leur vieillissement.

Le remblai de La Baule, construit en 1927 sur 5,5 km, en est un exemple frappant : ses structures en béton armé se dégradent, et l'absence de rénovation pourrait exposer près de 5 000 logements aux risques côtiers liés aux changements climatiques⁸⁸.

Face à ces menaces, certaines communes mettent déjà en place des protections renforcées, comme Noirmoutier-en-l'Île qui prévoit d'installer des portes anti-submersion aux abords du port⁸⁹.

Xynthia : une catastrophe pas seulement naturelle

Dans la nuit du 27 au 28 février 2010, Xynthia, une tempête d'origine extratropicale née au large des Açores, est venue frapper la façade atlantique de la France avec une intensité exceptionnelle. D'une force comparable à celle de tempêtes historiques comme Lothar et Martin en décembre 1999, Xynthia a généré des vents atteignant localement 160 km/h sur les côtes atlantiques et une surcote marine dépassant les 1,5 mètre dans certaines zones.

Aggravée par la coïncidence de la tempête avec une marée de fort coefficient (102), qui vient aussi fragiliser les digues et protections côtières, Xynthia a provoqué des submersions marines de forte amplitude qui ont touché plus particulièrement le littoral vendéen.

Au total, on a dénombré 47 décès en France dont 29 dans la seule commune de la Faute-sur-Mer. Parmi elles, 21 avaient plus de 60 ans⁹⁰. Piégées dans leur domicile par une montée des eaux aussi soudaine qu'imprévisible, les victimes n'ont pas eu le temps de fuir. En parallèle, plus de 10 000 personnes ont été évacuées en urgence dans les heures suivant la tempête. Aux pertes humaines se sont ajoutés des dégâts matériels considérables : plus de 40 000 hectares de terres submergées, 200 km de digues endommagées, 500 000 foyers privés d'électricité, des routes inondées, des réseaux téléphoniques hors service, des maisons inondées parfois jusqu'au toit⁹¹.

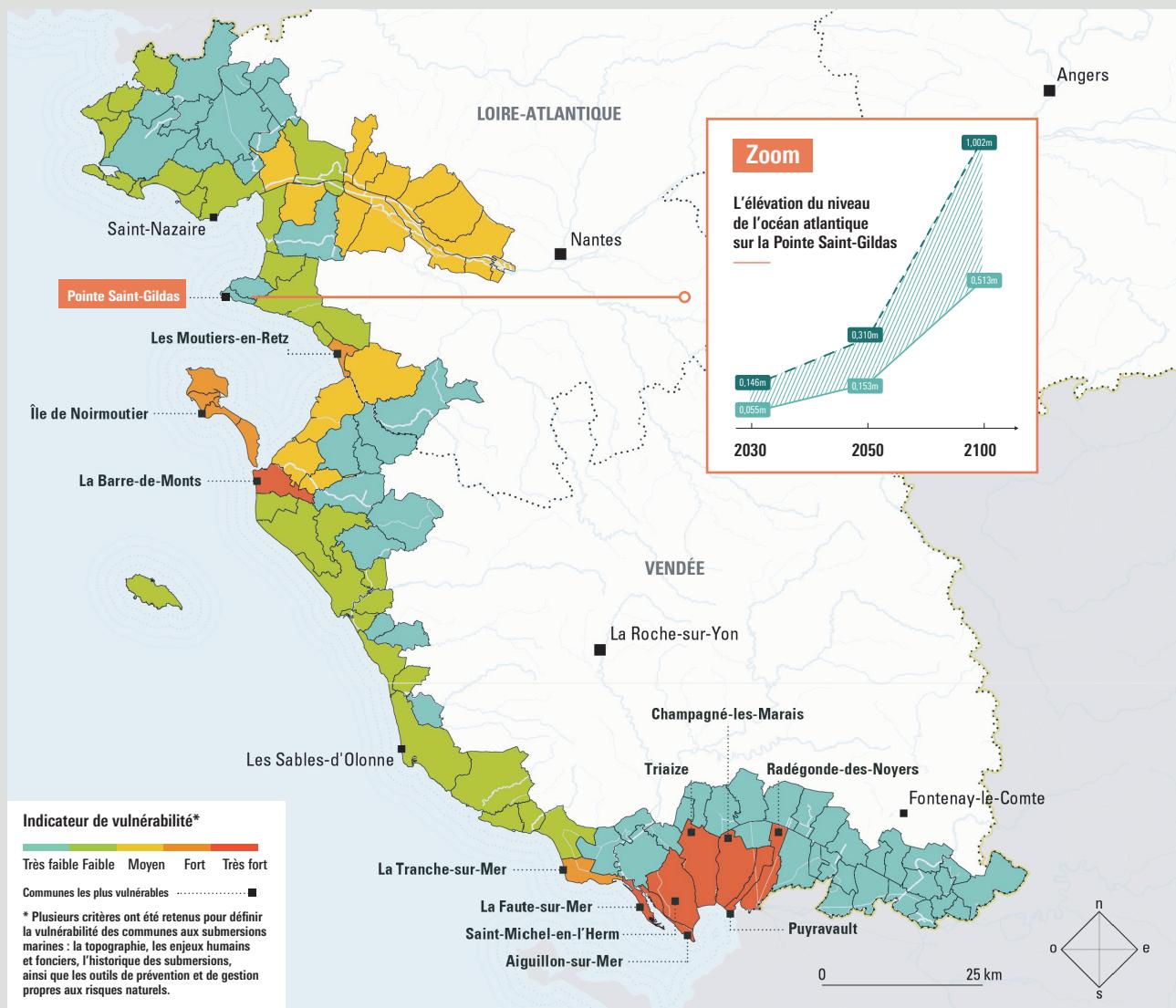
Cette catastrophe a mis en lumière plusieurs vulnérabilités structurelles : la forte exposition de zones résidentielles construites en zones inondables ; l'insuffisance des protections côtières, plusieurs digues ayant cédé sous la pression de la mer à La Faute-sur-Mer et à L'Aiguillon-sur-Mer ; et surtout l'inefficacité des alertes. Malgré une

vigilance météo de niveau orange, de nombreux habitants n'ont pas perçu la gravité de la situation et sont restés chez eux⁹². Outre les bilans humain et matériel, il s'agit également de tenir compte d'une dimension psychologique trop souvent négligée : l'impact post-traumatique de la tempête sur les populations touchées, prises en charge par les cellules d'urgence médico-psychologiques, a constitué un véritable enjeu de santé publique⁹³.

Globalement, les conséquences de la tempête Xynthia ont permis de souligner la nécessité de mieux prendre en compte les risques de submersion marine et ainsi de mieux s'y préparer grâce, notamment, à l'aménagement du territoire. Pour le Ministère de la Transition Ecologique, la mise en place de la compétence de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI) confiée aux intercommunalités offre ainsi un levier pour protéger les populations en faisant converger l'aménagement du territoire et la prévention des risques d'inondation. De la même façon, et toujours selon le Ministère, Xynthia a accéléré l'adoption des plans de prévention des risques littoraux (PPRL) tandis que les réseaux locaux d'observatoires du recul du trait de côte, eux, ont été étoffés pour mesurer et quantifier son évolution à l'échelle des territoires⁹⁴.

Élévation du niveau de l'océan Atlantique : un défi majeur pour les Pays de la Loire

Figure 7. La vulnérabilité des communes ligériennes face au risque de submersion marine



Le niveau de l'océan Atlantique s'élève d'environ 4 mm par an sur les côtes ligériennes, une tendance qui s'accélère avec le réchauffement climatique. Dans un scénario d'émissions élevées (RCP8.5), la hausse pourrait dépasser 50 cm, voire approcher un mètre d'ici 2100, bouleversant durablement les équilibres littoraux. Les zones les plus basses – Noirmoutier, Yeu, les marais de Guérande et du Poitevin, la presqu'île du Croisic, la baie de Bourgneuf – ainsi que des stations balnéaires comme La Baule, Saint-Jean-de-Monts ou Les Sables-d'Olonne seraient particulièrement exposées. La montée des eaux y renforce les risques de submersion, d'érosion, d'intrusion saline et fragilise les protections naturelles ou bâties⁹⁵.

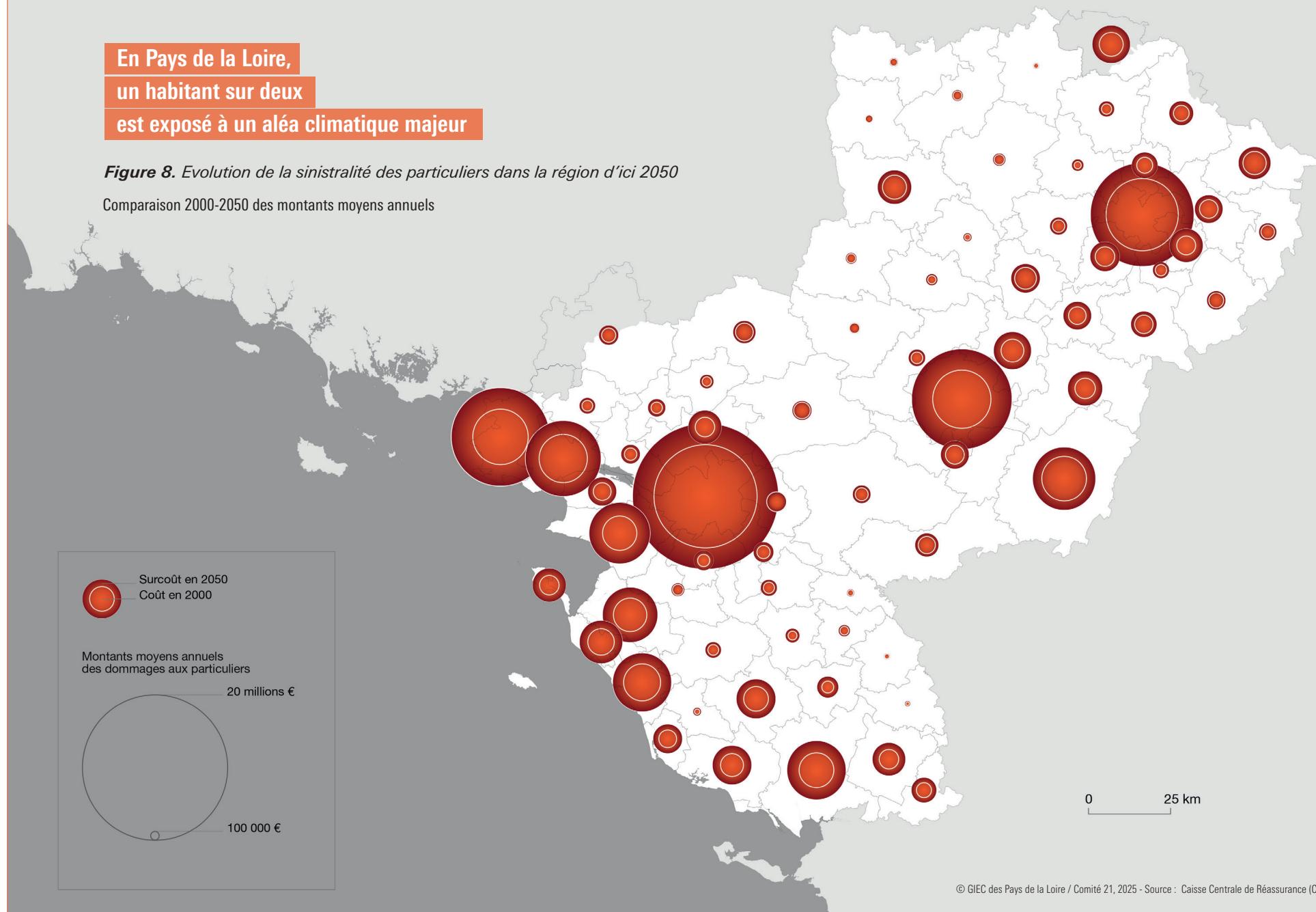
Les impacts économiques et matériels pourraient être lourds. Sans adaptation, la perte pourrait atteindre 5 à 10 % du PIB régional d'ici 2100, soit près de 8 milliards d'euros⁹⁶. Environ 60 000 logements seraient menacés, dont plus de 40 000 en Vendée. À cela s'ajouteraient plus de 5 000 locaux économiques, 400 km de routes et 17 km de voies ferrées⁹⁷.

Face à ces risques, l'adaptation est essentielle : relocaliser certaines activités, renforcer les protections, restaurer les milieux naturels littoraux et intégrer le risque marin dans l'aménagement du territoire. Appuyée sur des données scientifiques fiables et adaptées au contexte local, cette stratégie est indispensable pour protéger les populations et renforcer la résilience des territoires côtiers.

**En Pays de la Loire,
un habitant sur deux
est exposé à un aléa climatique majeur**

Figure 8. Evolution de la sinistralité des particuliers dans la région d'ici 2050

Comparaison 2000-2050 des montants moyens annuels

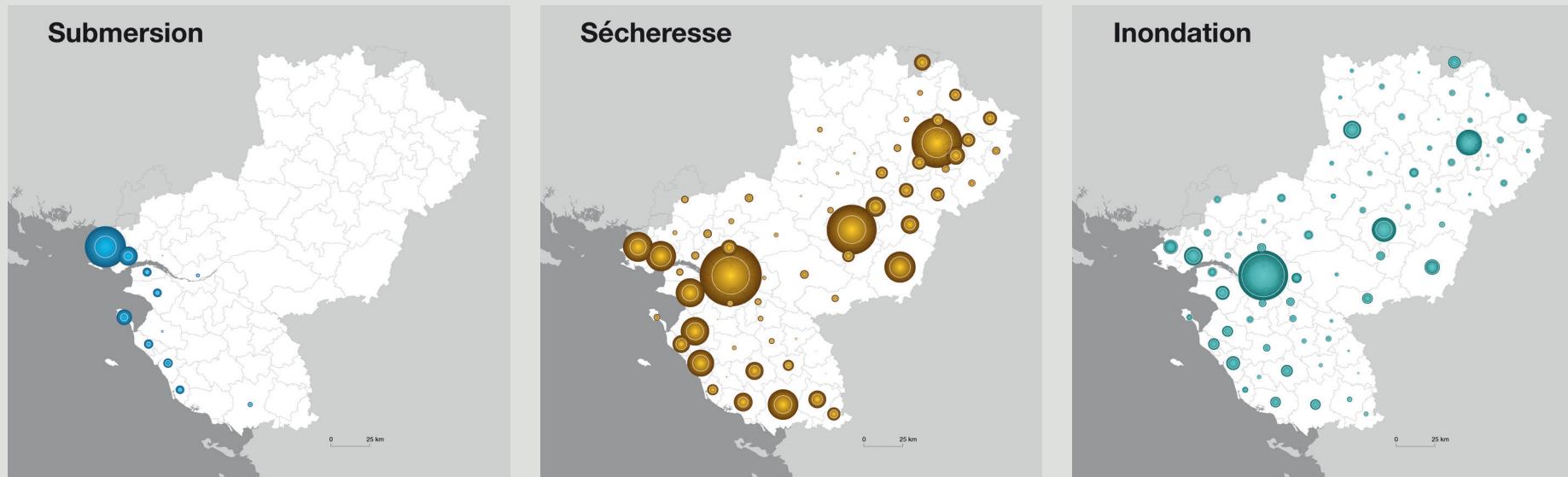


En Pays de la Loire, plus d'un habitant sur deux (54 %) est exposé à au moins un aléa climatique majeur⁹⁸. La sécheresse constitue le premier facteur d'exposition à l'échelle régionale, suivie par le risque d'inondation, qui touche en particulier les vallées habitées, les zones périurbaines et les secteurs littoraux.

Selon les projections de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), la sinistralité liée aux aléas climatiques pourrait augmenter en moyenne de 105 % d'ici 2050⁹⁹. Cette hausse concerne les dommages assurés, toutes causes confondues, et intègre à la fois les projections liées à la hausse de la sinistralité, ainsi que la projection des valeurs assurées. Toutefois, cette moyenne cache d'importantes disparités selon les territoires.

Les grands pôles urbains figurent parmi les zones les plus exposées, en raison de leur densité, de l'imperméabilisation des sols et de leur vulnérabilité combinée aux sécheresses et aux inondations. Ces éléments confirment l'urgence d'une adaptation renforcée à l'échelle locale, pour anticiper les impacts d'un climat plus instable sur les populations, les biens et les infrastructures.

Figure 9. Evolution de la sinistralité des particuliers dans la région d'ici 2050 au regard des aléas submersion, sécheresse et inondation.



© GIEC des Pays de la Loire / Comité 21, 2025 - Source : Caisse Centrale de Réassurance (CCR)



EN RÉSUMÉ

En Pays de la Loire, les impacts liés aux changements climatiques ne peuvent être analysés indépendamment des spécificités territoriales. Ce sont bien les interactions entre les phénomènes climatiques et les caractéristiques physiques, urbaines et socio-économiques des territoires qui façonnent leur vulnérabilité.

Ainsi, l'urbanisation dense renforce les effets des canicules par la formation d'îlots de chaleur, tout en altérant la capacité des sols à absorber l'eau, ce qui accroît le risque d'inondation en cas de fortes pluies. De leur côté, les sécheresses intensifient à la fois les risques d'incendies, de ruissellement des eaux et de retrait-gonflement des argiles.

Lorsque ces phénomènes se combinent sur un même territoire, comme en Loire-Atlantique et en Vendée, ils génèrent des effets en cascade qui aggravent les vulnérabilités déjà existantes. À chaque aléa s'ajoute alors un coût systémique supplémentaire.

Ainsi, sous l'effet de la progression des sécheresses, inondations et submersions, les pertes économiques annuelles moyennes modélisées pour la région pourraient doubler d'ici 2050, passant de 49 à 96 millions d'euros¹⁰⁰. Cette hausse, sous-estimée, concernera en premier lieu les territoires les plus exposés, notamment en Loire-Atlantique, en Maine-et-Loire et en Vendée.

Mais l'exposition à ces risques ne dépend pas seulement de la localisation géographique. La sensibilité et la capacité d'adaptation des populations varient également selon des facteurs sociaux et personnels (âge, santé, revenus, qualité du logement, isolement) qu'il convient de croiser avec les inégalités physiques et climatiques des territoires pour comprendre les écarts de vulnérabilité ●



La sensibilité d'un individu aux changements climatiques résulte d'un enchevêtrement de facteurs individuels et collectifs.

Au-delà des caractéristiques territoriales qui conditionnent l'exposition aux aléas climatiques, d'autres dimensions entrent en jeu telles que le niveau de ressources financières, l'état de santé, l'accès à l'éducation, mais aussi le genre, l'âge ou la situation familiale. Des éléments matériels, comme la qualité du logement, la densité urbaine, l'accès aux services publics ou l'existence d'une couverture assurantielle, influencent également de manière déterminante la capacité de chacun à anticiper, réagir et se relever face aux effets du dérèglement climatique¹⁰².

Ces facteurs interagissent souvent de manière cumulative, renforçant les inégalités préexistantes. À aléa équivalent, les conséquences ne sont donc pas les mêmes pour tous. Les personnes les plus vulnérables – économiquement, socialement ou physiologiquement – sont aussi celles qui disposent des plus faibles marges de manœuvre pour se protéger, s'adapter ou reconstruire. Comprendre ces mécanismes de sensibilité différenciée est essentiel pour orienter les politiques d'adaptation et garantir qu'aucun territoire ni aucune population ne soit laissé pour compte face à l'intensification des aléas climatiques.

01. Changements climatiques et pauvreté : la double peine

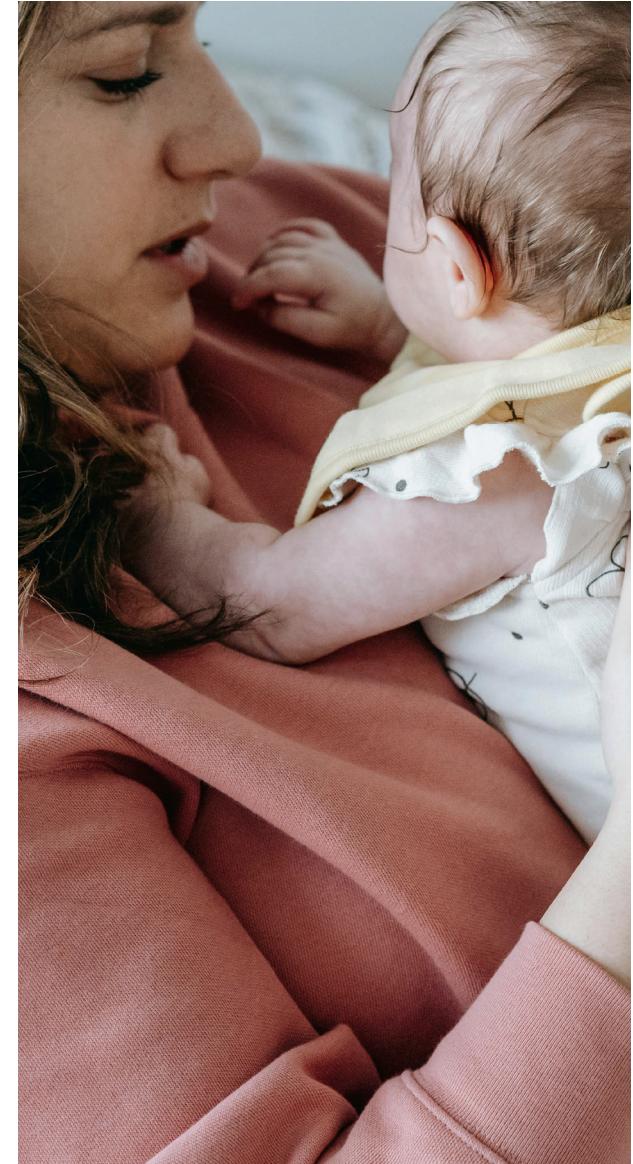


Les changements climatiques ne sont pas seulement une crise environnementale. Ils engendrent aussi une crise sociale majeure, qui frappe avant tout les plus démunis¹⁰³.

Dans la région des Pays de la Loire, 10,5 % des habitants vivent sous le seuil de pauvreté – soit près de 400 000 personnes – et plus d'un quart des Ligériens sont considérés comme « modestes ou à revenus modestes ». Ces femmes et ces hommes, souvent peu visibles dans l'espace public, se retrouvent aujourd'hui en première ligne face aux dérèglements climatiques¹⁰⁴.

Parmi les plus touchés figurent les familles monoparentales, dont 26,9 % vivent sous le seuil de pauvreté. Les femmes sont particulièrement concernées : elles représentent 42,6 % des personnes pauvres dans la région, qu'elles vivent seules ou avec des enfants^{105 106}.

Les personnes issues de l'immigration sont également confrontées à une plus grande vulnérabilité. En moyenne, elles disposent de revenus plus faibles et rencontrent davantage d'obstacles pour accéder à l'emploi, ce qui les conduit à vivre plus souvent dans des logements précaires ou mal isolés, situés dans des zones urbaines denses ou rurales isolées, plus exposées aux aléas climatiques. Les femmes immigrées, plus souvent sans activité professionnelle, cumulent les fragilités économiques et sociales¹⁰⁷.



© Pexels

La pauvreté en Pays de la Loire

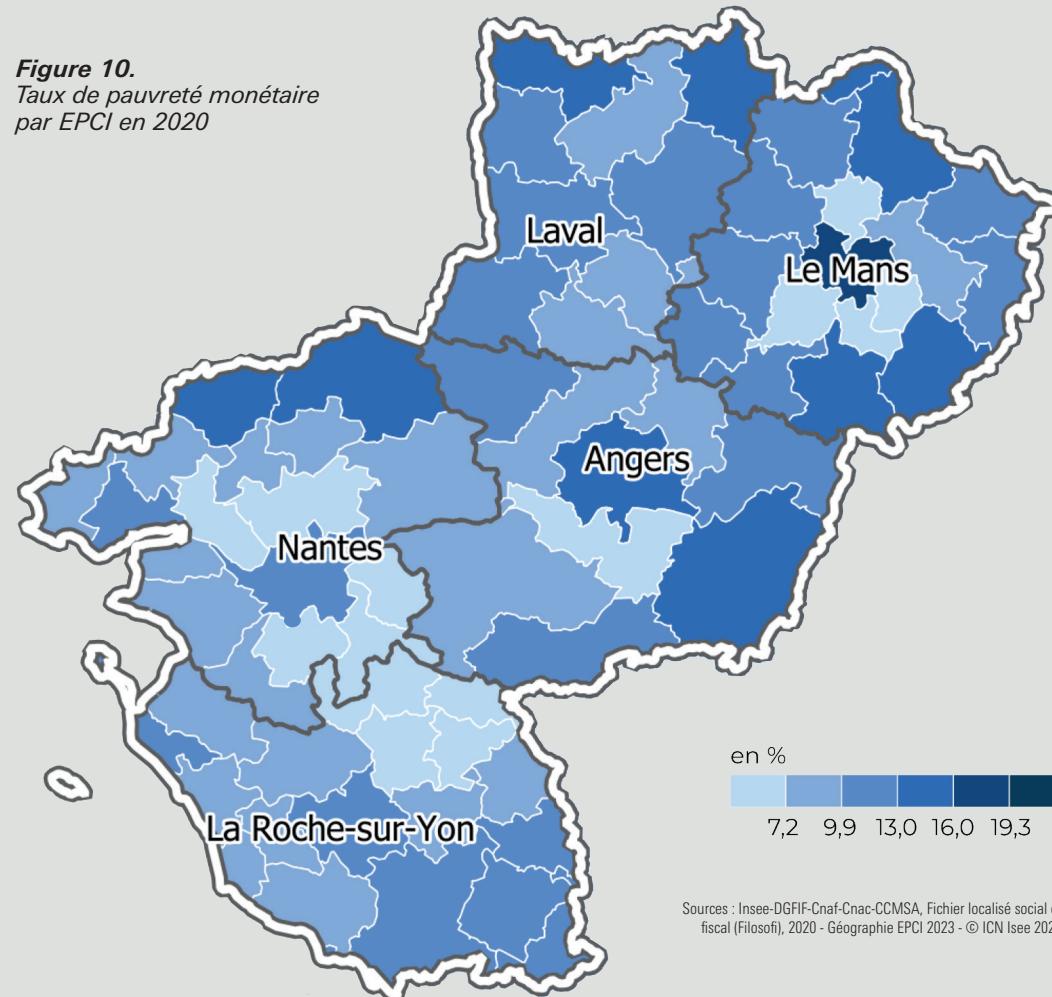
Face aux changements climatiques, la pauvreté constitue un facteur majeur de vulnérabilité. Les personnes en situation de précarité sont souvent les plus exposées aux aléas et disposent de moins de moyens pour s'en protéger ou s'y adapter. Comprendre la géographie sociale de la région est donc essentiel pour cibler les politiques d'adaptation.

Le taux de pauvreté est généralement plus élevé dans les métropoles que dans les intercommunalités voisines¹⁰⁸. C'est notamment le cas du Mans Métropole, qui affiche le taux le plus élevé de la région (17,3 %), et se distingue comme le seul territoire ligérien à dépasser la moyenne nationale¹⁰⁹.

Certains territoires ruraux isolés connaissent également des niveaux de pauvreté préoccupants, notamment les communautés de communes du Mont des Avaloirs, de Loir-Lucé-Bercé ou encore du Bocage Mayennais, où l'éloignement des services, des pôles d'emploi et des réseaux de solidarité accentue la précarité¹¹⁰.

Ces inégalités territoriales renforcent les effets des changements climatiques. Là où la pauvreté est la plus forte, les capacités d'adaptation sont souvent les plus faibles. C'est pourquoi il est essentiel d'articuler les politiques sociales et climatiques, en ciblant les efforts sur les zones les plus fragiles, pour ne laisser personne de côté dans la transition.

Figure 10.
Taux de pauvreté monétaire
par EPCI en 2020



Sources : Insee-DGFiF-Cnaf-Cnac-CCMSA, Fichier localisé social et fiscal (Filosofi), 2020 - Géographie EPCI 2023 - © ICN Isee 2023



© Istock

Cette vulnérabilité est structurelle, elle s'ancre dans les conditions de vie, d'habitat et de travail, qui exposent davantage les personnes pauvres aux aléas climatiques et limitent leur capacité à s'en protéger. Faute de moyens, de nombreuses personnes en situation de précarité sont contraintes de vivre dans des logements vétustes, mal isolés, parfois insalubres ou surpeuplés. Certaines résident dans des formes d'habitat particulièrement précaires – caravanes, mobil-homes, chambres louées sans bail ni garantie. En milieu urbain, ces logements se trouvent souvent dans des quartiers densément construits, peu végétalisés et fortement exposés aux îlots de chaleur. En zone rurale, l'isolement accentue encore cette vulnérabilité.

À cela s'ajoute la précarité énergétique, qui touche une personne sur six dans la région. Si elle ne concerne pas uniquement les plus pauvres, elle reste étroitement liée à la pauvreté : mauvaise isolation, équipements vieillissants, chauffage insuffisant... autant de conditions qui rendent le quotidien éprouvant, notamment lors des épisodes climatiques extrêmes^{111 112 113}. Une situation qui, malheureusement, ne devrait pas s'améliorer. Alors que les prix de l'immobilier continuent d'augmenter bien plus vite que les revenus¹¹⁴, et que le logement représente une part toujours plus importante du budget des ménages, les personnes les plus démunies se retrouvent en effet dans l'incapacité d'améliorer leurs conditions d'habitat¹¹⁵.

En 2022, 70 % des habitants des quartiers prioritaires de la politique de la ville déclaraient avoir trop chaud l'été dans leur logement, contre 56 % des Français.

L'accès à l'information en cas d'événement climatique extrême constitue un autre facteur de risque. Les barrières linguistiques, l'illettrisme ou l'isolement social – souvent aggravés par la pauvreté – entravent en effet la compréhension des consignes de sécurité^{116 117}. Les inégalités se manifestent également dans le monde du travail : ouvriers du BTP, aides à domicile, saisonniers agricoles, livreurs... autant de métiers éprouvants, souvent mal rémunérés et précaires, particulièrement exposés aux fortes chaleurs, aux intempéries ou aux gels¹¹⁸.

Ainsi, à aléa égal, la pauvreté engendre plus de victimes, plus de pertes et plus de drames^{119 120 121}. Et pourtant, ce sont ces personnes qui ont l'empreinte carbone la plus faible. Quand les 10 % les plus riches émettent jusqu'à 31 tonnes de CO₂ par an, les 10 % les plus pauvres n'en émettent que 4. Cette fracture alimente un profond sentiment d'injustice, à l'échelle nationale comme en Pays de la Loire. À titre d'illustration, en France, en 2022, 70 % des habitant-e-s des quartiers prioritaires de la politique de la ville déclaraient avoir trop chaud l'été dans leur logement, contre 56 % des français¹²².

02. L'âge : une double vulnérabilité, des plus jeunes aux plus âgés



L'âge constitue un facteur déterminant de vulnérabilité face aux effets des changements climatiques. Les personnes âgées, en particulier, figurent parmi les plus exposées. En France, lors de la canicule de 2003, 81% des victimes avaient plus de 75 ans¹²³. Entre 2014 et 2022, sur 33 000 décès attribuables à la chaleur enregistrés entre le 1^{er} juin et le 15 septembre, 23 000 concernaient des personnes âgées de 75 ans et plus¹²⁴. Plus récemment durant l'été 2024, où les températures ont été supérieures de 0,7°C à la normale, 450 passages aux urgences ont été recensés en Pays de la Loire, dont plus de la moitié concernaient des personnes de 75 ans et plus¹²⁵.

Cette surexposition des aînés s'explique par une combinaison de facteurs. Sur le plan médical, des fragilités physiologiques comme les troubles cardiovasculaires ou respiratoires, plus fréquents avec l'âge, augmentent la sensibilité à la chaleur et à la pollution. À cela s'ajoutent des limitations cognitives ou sensorielles (démences, troubles de la vue ou de l'ouïe) qui entravent la capacité à réagir rapidement ou à comprendre les consignes en cas d'urgence. D'autres facteurs aggravants incluent l'isolement social, l'inactivité physique, des habitudes de vie peu résilientes, des infrastructures inadaptées, un accès insuffisant aux soins ou encore des réticences au changement¹²⁶.

La dimension territoriale vient accentuer ces inégalités. Les communes littorales de Loire-Atlantique et de Vendée sont particulièrement concernées par la superposition des aléas climatiques et du vieillissement démographique. En 2018, 31 % des habitants de la Vendée avaient 60 ans ou plus, soit la part la plus élevée de la région.

Certaines communes de Loire-Atlantique affichent même des taux atteignant 37 % de population senior, contre 23,8 % en moyenne dans le département¹²⁷. D'ici 2040, un habitant sur trois en Vendée aura plus de 65 ans. La Sarthe et la Mayenne, touchées par le départ des jeunes actifs, devraient également connaître un vieillissement accéléré¹²⁸.

Mais les plus jeunes ne sont pas épargnés pour autant. Nourrissons, enfants et adolescents présentent eux aussi une vulnérabilité spécifique face aux dérèglements climatiques¹²⁹. Leur faible capacité de thermorégulation les rend particulièrement sensibles à la déshydratation et au stress thermique. Leur organisme, encore en développement, est aussi plus exposé aux polluants atmosphériques dont la concentration augmente avec la chaleur, ainsi qu'à certaines maladies infectieuses (comme la dengue), dont l'incidence progresse avec le réchauffement climatique¹³⁰.

Les fortes chaleurs peuvent également affecter leur santé mentale (anxiété, troubles du sommeil, stress post-traumatique), et compromettre leur développement psychologique et physique. Par ailleurs, le risque de naissance prématurée s'accroît avec les vagues de chaleur, tout comme celui d'accidents, en particulier les noyades, auxquels les enfants sont particulièrement exposés¹³¹.

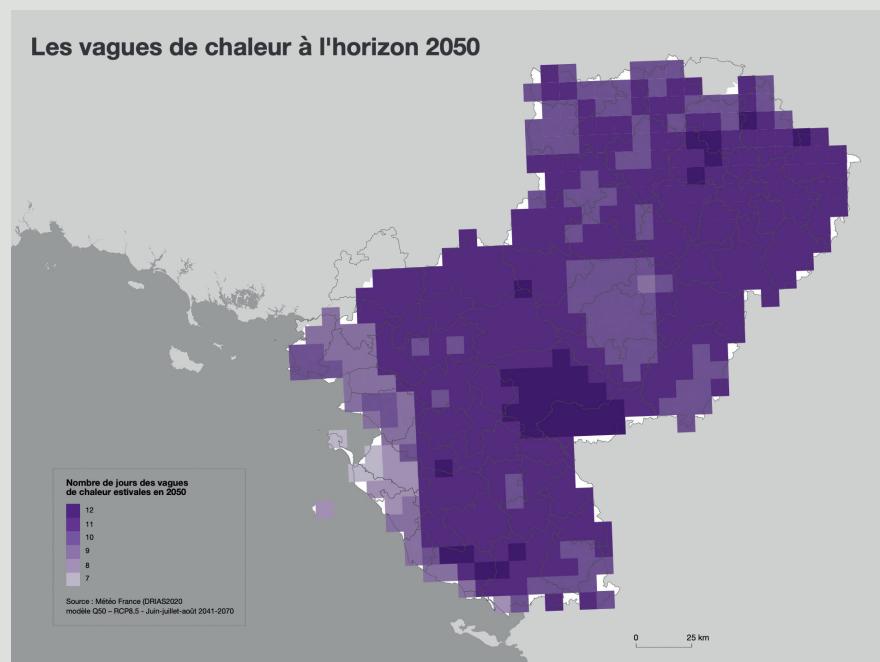
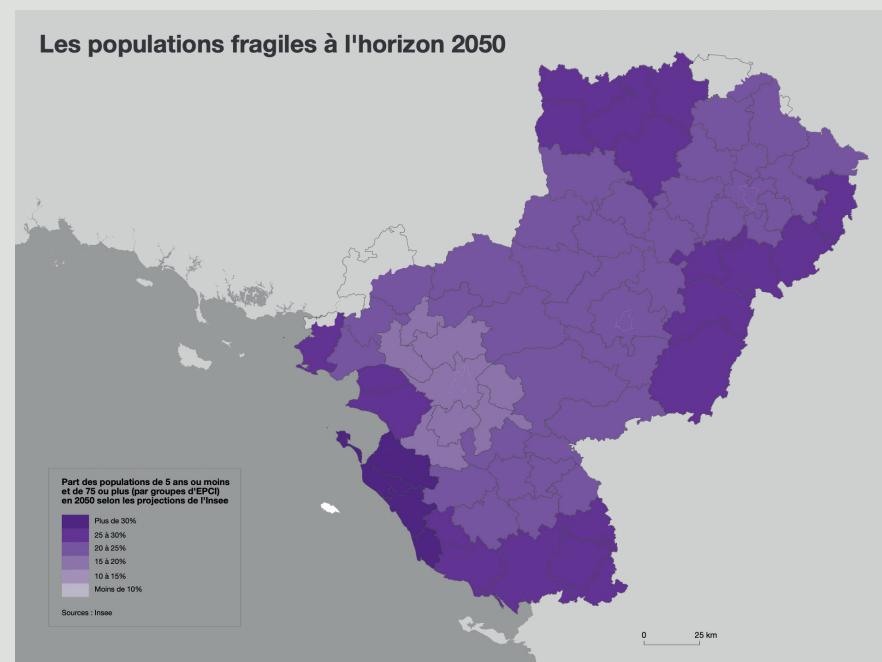
Dans les départements de Loire-Atlantique et du Maine-et-Loire, les enjeux liés à la petite enfance sont particulièrement marqués, avec une forte proportion de ménages avec enfants. En 2021, 18,5 % de la population de ces deux départements avait moins de 15 ans, contre 16 % en moyenne au niveau national¹³².

Vagues de chaleur : où vivent les populations les plus vulnérables ?

Les personnes âgées de plus de 75 ans et les enfants de moins de 5 ans comptent parmi les plus exposés aux effets des vagues de chaleur, en raison de leur fragilité physiologique et de leur capacité réduite à s'adapter. Lorsque ces épisodes se répètent ou s'allongent, les risques pour leur santé s'aggravent considérablement¹³³
¹³⁴ ¹³⁵ ¹³⁶. En Pays de la Loire, le nombre de jours de canicule pourrait doubler d'ici 2050 par rapport à la période 1976–2005, dans l'hypothèse d'un maintien des trajectoires actuelles d'émissions. Dans le même temps, la population régionale continuera de vieillir : les personnes âgées de 75 ans et plus devraient représenter plus de 15 % des habitants à cet horizon, soit presque deux fois plus qu'aujourd'hui¹³⁷. Tandis que le nombre d'enfants de moins de 5 ans devrait rester stable, voire reculer légèrement¹³⁸.

La durée d'exposition à la chaleur, croisée avec l'âge des personnes concernées, devient ainsi un facteur déterminant dans l'évaluation des risques sanitaires. Plus les vagues de chaleur sont longues et rapprochées, plus les impacts sur la santé se renforcent, en particulier pour les publics fragiles. Ainsi le nombre de décès liés à la chaleur pourrait doubler d'ici le milieu du siècle, sous l'effet combiné du réchauffement et du vieillissement démographique. Dans la région, plusieurs zones cumulent ces facteurs de vulnérabilité. Le sud de la Vendée, le sud de la Sarthe, le nord de la Mayenne ou encore l'est du Maine-et-Loire figurent parmi les territoires les plus exposés, à la fois en raison du nombre de jours de fortes chaleurs projetés et de la proportion croissante de personnes âgées qui y résident.

Figure 11. Les populations fragiles et les vagues de chaleur à l'horizon 2050



L'adaptation des établissements scolaires

Déjà plus sensibles aux changements climatiques que les adultes du fait de leur physiologie, les enfants pourraient voir leur exposition s'intensifier dans les prochaines décennies avec l'augmentation des aléas et événements extrêmes. À l'échelle mondiale, et dans le scénario correspondant aux engagements actuels des États, les enfants nés en 2020 connaîtraient deux à sept fois plus d'événements climatiques extrêmes que ceux nés en 1960¹³⁹.

Dans les Pays de la Loire, ces projections se traduisent déjà par des impacts concrets. Le territoire a connu plusieurs épisodes caniculaires précoce et intenses ces dernières années, affectant directement les conditions d'apprentissage dans les écoles. En France, en juin 2019, des températures extrêmes avaient conduit à la fermeture de plus de 1 800 établissements scolaires et conduit à reporter des épreuves du brevet pour 800 000 élèves¹⁴⁰.

En Pays de la Loire, selon les prévisions climatiques, plus de 60% des écoles maternelles publiques seront exposées à des températures supérieures à 35°C d'ici à 2050¹⁴¹.

Face à ces risques croissants, le Plan national de gestion sanitaire des vagues de chaleur, renforcé en 2023, fixe comme priorités le maintien du confort d'été dans les écoles et les crèches, ainsi que le rafraîchissement des locaux d'examens. Cette orientation appelle à des déclinaisons concrètes dans les territoires : renaturation des cours d'école, désimperméabilisation des sols, travaux d'isolation thermique ou encore choix de matériaux adaptés au climat futur. De nombreuses communes ligériennes ont d'ores et déjà engagé des projets pilotes en ce sens.

Par ailleurs, dans un territoire où les inondations sont appelées à se multiplier et à s'intensifier, le risque de dommages sur les infrastructures scolaires pose la question de la continuité éducative, en particulier dans les zones d'éducation prioritaire où les conséquences sociales d'une interruption de la scolarité peuvent être lourdes.

Parallèlement, et au-delà de l'adaptation physique des établissements scolaires, il importe de rappeler l'intérêt d'associer les plus jeunes aux processus de décision dédiés à l'orientation des politiques climatiques d'atténuation et d'adaptation. Dans la mesure où les enfants d'aujourd'hui seront bien davantage concernés et affectés par les changements climatiques que leurs ainés, leur donner la parole, et en tenir compte dans les décisions qui les concernent, s'impose comme une responsabilité intergénérationnelle, mais aussi un enjeu de cohérence et de pertinence de l'action publique.



© Région Pays de la Loire / A. Monié - Les beaux matins

03. Genre, handicap... des inégalités renforcées



Les changements climatiques ne sont pas neutres. Ils s'ajoutent aux inégalités sociales existantes, les accentuent et en créent de nouvelles. Leurs effets, loin de frapper tout le monde de manière égale, touchent plus durement les personnes déjà en situation de vulnérabilité : en raison de leur genre, de leur handicap, de leur origine ou de leur situation économique et familiale.

GENRE : DES FEMMES PLUS EXPOSÉES ET MOINS PROTÉGÉES

Les femmes sont parmi les premières victimes des impacts du dérèglement climatique. Lors de la canicule de 2022 en Europe, une surmortalité féminine de 56 % a été observée¹⁴². À Nantes, une enquête menée auprès de 1 300 habitants a montré que les femmes ont globalement moins bien supporté cette période que les hommes¹⁴³. Plusieurs facteurs physiologiques expliquent cette sensibilité accrue aux fortes chaleurs : une transpiration réduite¹⁴⁴, une masse musculaire inférieure, une température corporelle plus élevée et des variations hormonales influant sur la thermorégulation.

Par ailleurs, les femmes restent surreprésentées parmi les personnes les plus pauvres : en France, elles représentent 70 % des personnes en situation de précarité. Dans les Pays de la Loire, alors que 11 % de la population de la région vit sous le seuil de pauvreté, le taux de pauvreté entre les hommes et les femmes seules est similaire. Pour autant, ce sont les familles monoparentales qui sont les plus exposées à la pauvreté dans la région, et celles-ci sont majoritairement représentées par

les femmes. Sur le territoire ligérien, c'est le cas de 31,2 % de la population des familles monoparentales dont l'adulte référent est une femme¹⁴⁵. Par ailleurs, l'écart de rémunération entre les femmes et les hommes reste important dans les Pays de la Loire. En effet, dans la région, les femmes perçoivent globalement un salaire annuel net moyen inférieur de 22% à celui des hommes¹⁴⁶.

Elles sont également plus présentes dans le logement lors des épisodes de fortes chaleur, compte tenu de leurs activités (femmes au foyer, à mi-temps, congés maternité...) mais aussi puisqu'elles assument une plus grande partie des tâches domestiques et parentales, ce qui les expose davantage aux températures extrêmes¹⁴⁷. Leur situation familiale devient alors un facteur supplémentaire de vulnérabilité¹⁴⁸. Cependant, les hommes ne sont pas systématiquement les moins touchés : dans le cas des inondations, ils peuvent se retrouver en situation de danger du fait de comportements à risque, liés à une sous-estimation des menaces, à des choix d'action imprudents, ou encore dans le cadre de la participation aux opérations d'aide et de secours^{149 150 151 152}.

À Nantes, lors de la canicule 2022, une enquête menée auprès de 1 300 habitants a montré que les femmes ont globalement moins bien supporté cette période que les hommes.

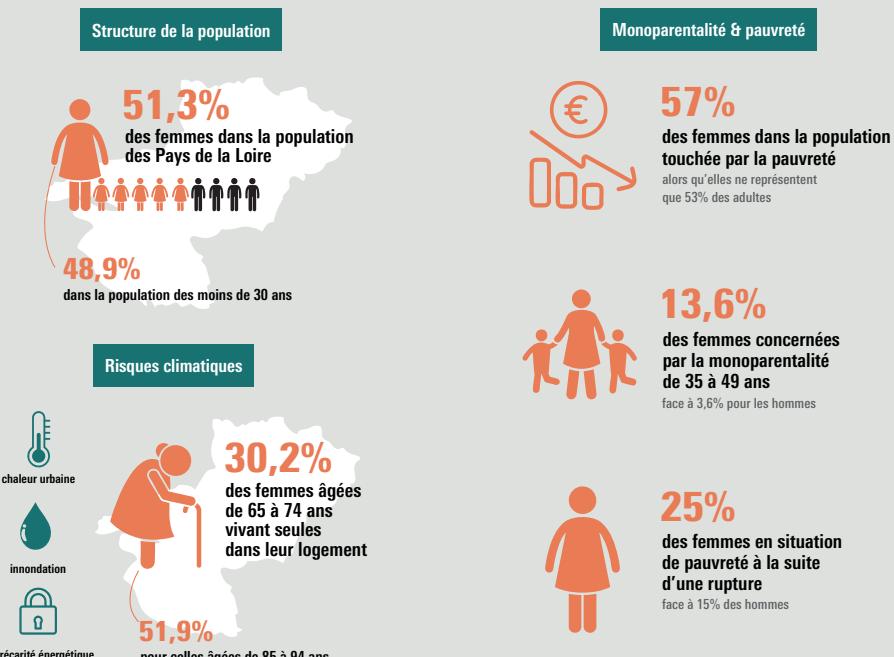


© Pexels

Monoparentalité, pauvreté et climat dans les Pays de la Loire

Dans les Pays de la Loire comme dans le reste du pays, les familles monoparentales, qui sont plus pauvres que la population générale, sont aussi plus vulnérables aux changements climatiques. À ce titre, elles doivent donc constituer un groupe prioritaire des politiques publiques d'adaptation.

Figure 12. Monoparentalité et fragilités face aux risques climatiques.



© GIEC des Pays de la Loire / Comité 21, 2025 - Source : INSEE, 2022

HANDICAP : UNE CAPACITÉ RÉDUITE À FAIRE FACE AUX CATASTROPHES

Les personnes en situation de handicap sont particulièrement exposées aux effets des aléas climatiques. D'après le Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes (UNDRR), seule une sur quatre peut suivre sans difficulté les consignes d'évacuation. Leur risque de décès lors d'une catastrophe climatique serait par ailleurs quatre fois plus élevé que celui de la population générale¹⁵⁴.

En cas d'événement extrême, seules 11 % des personnes en situation de handicap déclarent connaître l'existence d'un plan d'urgence, et 75 % se sentent exclues des dispositifs humanitaires¹⁵⁵. Les informations diffusées, tout comme les systèmes d'alerte et d'évacuation, sont rarement adaptés à leurs besoins, ce qui renforce leur vulnérabilité face aux effets des changements climatiques¹⁵⁶.

L'accès aux soins est lui aussi profondément inégal : les personnes handicapées font face à un refus trois fois plus fréquent que la population générale¹⁵⁷. Leur perte d'autonomie et leur dépendance à des services spécifiques rendent leur adaptation plus difficile face aux bouleversements climatiques. Si ces données sont globales, elles rappellent l'importance d'une vigilance accrue dans les territoires, notamment en Pays de la Loire.

En effet, dans la région 500 000 personnes sont en situation de handicap¹⁵⁸.



© Région Pays de la Loire / Ouest Médias

04. L'état de santé : un facteur déterminant



L'état de santé des populations conditionne fortement leur capacité à faire face aux impacts des changements climatiques. Les personnes déjà fragilisées — en raison de maladies chroniques, de l'âge ou d'un handicap — sont les plus exposées aux risques¹⁵⁹.

Les vagues de chaleur, par exemple, affectent davantage les personnes souffrant de maladies cardiovasculaires ou respiratoires. Ces épisodes peuvent entraîner une hyperthermie, une déshydratation, des troubles rénaux, et accentuer ainsi les risques de complications médicales. En termes de santé mentale, On relève que certains groupes sont plus vulnérables à l'éco-anxiété : enfants et adolescents, femmes, populations pauvres, ou encore populations habitant au plus proche de la nature^{160 161}.

Entre juin et septembre 2023, plus de 47 000 décès ont été attribués à la chaleur en Europe¹⁶². En Pays de la Loire, sur cette même période, 293 décès attribuables à la chaleur ont été estimés¹⁶³. L'année suivante, à l'été 2024, une vague de chaleur de seulement quatre jours a entraîné 50 passages aux urgences et 44 décès¹⁶⁴.

Ces chiffres, déjà alarmants, pourraient s'aggraver dans les décennies à venir. Si le réchauffement climatique mondial atteint +4 °C d'ici la fin du siècle, les décès annuels dus à la chaleur pourraient tripler, touchant en premier lieu les personnes les plus vulnérables¹⁶⁵.

Mais les effets des changements climatiques sur la santé ne se limitent pas aux canicules. La dégradation de la qualité de l'air due à la hausse des

températures accentue les troubles respiratoires. L'augmentation des allergènes aéroportés, comme les pollens, combinée à la pollution atmosphérique, favorise le développement de maladies comme l'asthme, les bronchites chroniques ou d'autres affections pulmonaires. Les fragilités sanitaires existantes sont ainsi exacerbées¹⁶⁶.

Par ailleurs, le réchauffement climatique modifie la répartition des espèces vectrices de maladies. La présence croissante du moustique tigre, par exemple, augmente les risques de transmission de maladies comme la dengue ou le chikungunya^{167 168}. Les événements climatiques extrêmes — inondations, tempêtes, incendies — ont aussi des impacts directs sur la santé physique et mentale des populations. Ces menaces sanitaires, qu'elles soient liées aux maladies infectieuses ou aux chocs climatiques, affectent en priorité les personnes dont l'état de santé est déjà fragilisé^{169 170}.

En somme, agir pour une meilleure santé publique, c'est aussi agir pour l'adaptation aux changements climatiques. Prévention, accès aux soins, lutte contre les inégalités de santé : ces actions doivent être pleinement intégrées aux stratégies territoriales de résilience.

Conscient de cet enjeu majeur, **le GIEC des Pays de la Loire consacrera un rapport spécial à la question des impacts sanitaires des changements climatiques**, dont la publication est prévue début 2026. Ce travail viendra éclairer les décideurs locaux, les professionnels de santé et l'ensemble des acteurs territoriaux sur les leviers d'action à mobiliser dès aujourd'hui.



© Pexels

EN RÉSUMÉ

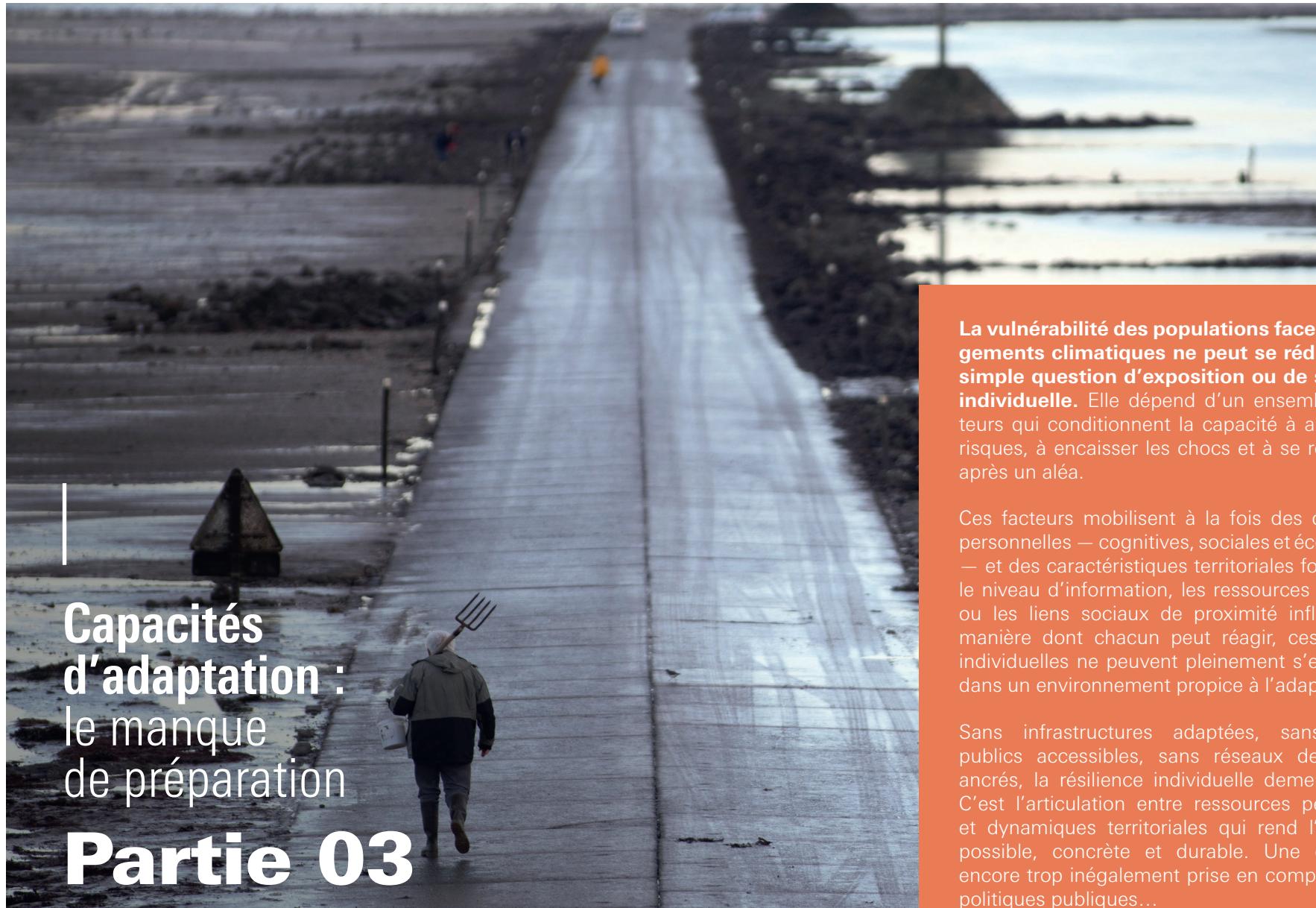
Que l'on se place à l'échelle d'un pays, d'une région, d'un foyer ou d'un individu, l'étude de la sensibilité aux changements climatiques révèle la nature profondément inégalitaire et multidimensionnelle des impacts des changements climatiques. Une inégalité qui procède elle-même de l'interaction complexe entre différentes caractéristiques individuelles et sociales qui se cumulent, s'amplifient mutuellement et qu'il convient donc de connaître et d'étudier davantage.

Parmi les populations les plus vulnérables face aux changements climatiques dans la région, on peut notamment citer : les femmes, particulièrement exposées en raison des inégalités socio-économiques préexistantes et existantes ; les familles monoparentales ; les personnes âgées, qui représentent une part significative de la population régionale particulièrement en Vendée ; les enfants, plus démunis sur les plans physiologique et cognitif; les personnes handicapées ; les ménages économiquement précaires, ceux souffrant de précarité énergétique ou de mal-logement. Si ces vulnérabilités sont sociétales, elles relèvent également d'une approche sanitaire, qui sera approfondie dans le cadre d'une prochaine note.

Face à ces constats et à la disparité géo-sociale des situations, il apparaît donc essentiel de développer des dispositifs d'accompagnement différenciés selon les publics, tout en tenant compte des spécificités territoriales de la région et de ses échelles infra-régionales.

De la même manière, il est nécessaire de prendre en compte les dimensions collectives et individuelles de ces vulnérabilités. À cet effet, un suivi et une mise à disposition de données régionales sur les vulnérabilités climatiques, en complément des vulnérabilités sanitaires et sociales, permettrait de suivre l'évolution de ces inégalités et d'accompagner les collectivités dans l'orientation de politiques publiques et la priorisation de mesures d'aide, de secours, de rénovation ou d'incitation.

Enfin, il importe que les mesures prévues par les stratégies d'adaptation aux changements climatiques soient pleinement associées à la lutte contre les inégalités sociales en intégrant, par exemple, les mécanismes de solidarité de proximité, les dispositifs et programmes associatifs, des actions d'éducation, etc. Car c'est bien en adoptant une approche intégrée que les Pays de la Loire pourront construire une résilience territoriale véritablement inclusive ●



Capacités d'adaptation : le manque de préparation

Partie 03

La vulnérabilité des populations face aux changements climatiques ne peut se réduire à une simple question d'exposition ou de sensibilité individuelle. Elle dépend d'un ensemble de facteurs qui conditionnent la capacité à anticiper les risques, à encaisser les chocs et à se reconstruire après un aléa.

Ces facteurs mobilisent à la fois des dimensions personnelles — cognitives, sociales et économiques — et des caractéristiques territoriales fortes. Car si le niveau d'information, les ressources financières ou les liens sociaux de proximité influencent la manière dont chacun peut réagir, ces capacités individuelles ne peuvent pleinement s'exercer que dans un environnement propice à l'adaptation.

Sans infrastructures adaptées, sans services publics accessibles, sans réseaux de solidarité ancrés, la résilience individuelle demeure fragile. C'est l'articulation entre ressources personnelles et dynamiques territoriales qui rend l'adaptation possible, concrète et durable. Une dynamique encore trop inégalement prise en compte dans les politiques publiques...

01. Des capacités individuelles inégales face aux aléas



Face aux changements climatiques, les individus ne sont pas égaux. Chacun réagit différemment selon ses ressources, son environnement et son vécu. Cette inégalité d'adaptation s'explique par une combinaison de facteurs personnels, sociaux, économiques et culturels. Au même titre que l'âge, l'état de santé ou la situation économique déterminent en grande partie la sensibilité d'une personne aux évolutions climatiques, sa capacité d'adaptation dépend également de ses caractéristiques propres.

LES FACTEURS DÉTERMINANTS DE L'ADAPTATION

Les capacités d'adaptation ne se résument pas à une seule dimension. Elles dépendent d'un ensemble de facteurs qui interagissent et se renforcent – ou s'affaiblissent – mutuellement : niveau d'éducation, accès à l'information, réseau social, mobilité, santé mentale et physique, flexibilité cognitive, ressources économiques... Ces éléments dessinent une mosaïque de profils d'adaptation, très contrastés selon les individus¹⁷¹.

L'accès à l'information constitue un levier déterminant. Une personne bien informée est en capacité d'anticiper les événements climatiques, d'identifier les risques, de comprendre les consignes de sécurité, voire de modifier ses comportements pour s'adapter. Cela suppose non seulement une information disponible, fiable et accessible, mais aussi la capacité à l'interpréter, ce qui dépend notamment du niveau d'éducation, de la maîtrise de la langue et de l'alphabétisation¹⁷².

Le rôle de l'entourage est également central. Un réseau social ou familial solide améliore l'accès aux ressources, facilite l'entraide, permet la circulation d'informations utiles et contribue à renforcer la résilience individuelle. Pour les publics les plus vulnérables, notamment les personnes âgées ou isolées, ces liens peuvent faire la différence entre une exposition brutale au risque et une prise en charge solidaire¹⁷³.

Dans certaines situations, la mobilité est un facteur d'adaptation essentiel. Elle permet de se mettre à l'abri temporairement, de fuir une zone à risque ou d'adapter son quotidien aux nouvelles conditions climatiques. La capacité à se déplacer, à modifier son lieu de résidence ou à rejoindre un « espace refuge » dépend cependant de moyens financiers, de connaissances logistiques, mais aussi de conditions sociales (avoir de la famille ailleurs, maîtriser les démarches administratives, etc.)¹⁷⁴.

Les ressources économiques influencent aussi fortement la capacité d'un individu à s'adapter. Le revenu conditionne la possibilité d'investir dans un logement mieux isolé, de se procurer des équipements de protection, de souscrire une assurance ou de déménager. À cet égard, la précarité économique constitue un facteur majeur de vulnérabilité : elle limite l'éventail des choix et accroît la dépendance aux politiques publiques ou aux dispositifs de solidarité.

Enfin, l'habitat joue également un rôle dans la capacité des populations à s'adapter : les populations vivant dans des passoires thermiques peuvent moins facilement s'adapter aux pics de

chaleur que celles vivant dans des habitations mieux isolées. Par ailleurs, face au risque de submersion marine par exemple, les populations résidant dans des maisons plain-pied, sans étage où se réfugier et composées de matériaux récents (plaques de plâtre par exemple), non étanches, sont plus sensibles au risque et ont une capacité d'adaptation moindre¹⁷⁵.

VERS UNE CULTURE DU RISQUE CLIMATIQUE

Même si les habitants des Pays de la Loire manifestent une prise de conscience croissante des risques climatiques^{176 177}, puisqu'à l'échelle de la région, 59% des individus estiment que l'endroit où ils résident n'est pas prêt pour faire face aux conséquences des changements climatiques¹⁷⁸, et 4 habitants sur 10 en Pays de la Loire sont convaincus qu'en matière d'adaptation, ils sont plus à gagner qu'à y perdre¹⁷⁹, cette conscience peine à se traduire par des actions concrètes d'adaptation.

Le décalage entre la connaissance du risque et la capacité à agir est aujourd'hui bien documenté¹⁸⁰. Il s'explique par plusieurs freins : la difficulté à percevoir un risque diffus et à long terme, le sentiment d'impuissance, la complexité des phénomènes climatiques, ou encore les biais cognitifs qui inhibent le changement comportemental^{181 182}. L'amnésie évènementielle constitue un autre facteur limitant de l'action. Elle se traduit notamment par une perte de mémoire collective associée à un risque en particulier. À ce titre, l'exemple de Xynthia est parlant : le risque de submersion était bien connu des populations et des services de l'Etat puisqu'au



© Région Pays de la Loire / PB. Fourny

moins huit submersions importantes avaient été documentées depuis 1738, avant celle de 2010, traduisant ainsi une absence fondamentale de culture partagée du risque¹⁸³.

Les changements climatiques remettent donc en question notre « culture du risque », entendue comme l'ensemble des représentations, des pratiques et des dispositifs mis en place pour faire face aux dangers. Cette culture a fortement évolué. Jusqu'au milieu du XX^e siècle, les risques environnementaux étaient perçus de manière locale et immédiate, à travers l'expérience directe des inondations, tempêtes ou sécheresses. On s'appuyait alors sur la transmission de savoirs traditionnels et sur une mémoire collective ancrée dans les territoires.

Mais la modernisation d'après-guerre a affaibli cette culture : l'urbanisation, les progrès technologiques, les systèmes assurantiels ont nourri une illusion de maîtrise sur l'environnement, reléguant les savoirs anciens au second plan. Dans les années 1970-1980, les risques environnementaux sont devenus une préoccupation publique, mais les changements climatiques restaient encore mal identifiés. Il faut attendre les années 1990-2000 et la multiplication des événements extrêmes, comme la canicule de 2003, pour que les populations occidentales prennent conscience de leur propre vulnérabilité¹⁸⁴.

Dès lors, plusieurs leviers apparaissent comme essentiels pour reconstruire une culture du risque adaptée à l'ère climatique :

• **La mémoire collective et le contexte culturel**

: chaque société développe sa propre perception des risques selon son histoire. Aux Pays-Bas, l'omniprésence du risque maritime a conduit à une politique proactive d'aménagement du territoire. En France, des événements comme la crue de 1910 ou la tempête Xynthia ont influencé les politiques publiques, mais sans toujours réussir à ancrer durablement une culture du risque dans les pratiques individuelles^{185 186}.

• **L'influence des médias et de la communication scientifique**

: les catastrophes médiatisées peuvent jouer un rôle d'alerte et de pédagogie, mais elles peuvent aussi renforcer le fatalisme si elles sont présentées sans solution ni mise en perspective. La manière dont l'information est diffusée, expliquée, débattue est donc cruciale pour renforcer la capacité d'agir¹⁸⁷.

• **L'éducation et la transmission intergénérationnelle**

: dans certains pays comme le Japon ou la Suède, la culture du risque est intégrée dès l'école. En France, cette dimension reste marginale. Pourtant, dans les territoires exposés, la transmission de savoirs familiaux et locaux reste un facteur de résilience à ne pas négliger.

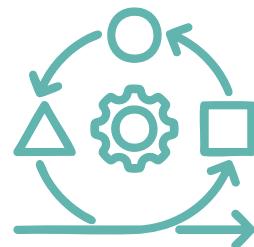
• **Le rôle des institutions et des politiques publiques**

: si certaines directives européennes visent à renforcer la gestion des risques au niveau local, les politiques restent hétérogènes selon les pays. En l'absence d'une stratégie cohérente,

la capacité des individus à s'adapter dépend largement de l'engagement des collectivités et de l'accompagnement proposé. Cela suppose de penser les aides à l'adaptation non comme des dispositifs uniformes, mais comme des leviers à adapter aux réalités sociales et aux profils d'adaptation¹⁸⁸.

Les changements climatiques remettent donc en question notre « culture du risque », entendue comme l'ensemble des représentations, des pratiques et des dispositifs mis en place pour faire face aux dangers.

02. Des plans de prévention et d'adaptation largement insuffisants



Si les impacts des changements climatiques sont désormais bien documentés, les réponses institutionnelles tardent encore à être à la hauteur. Plans d'adaptation trop généraux, diagnostics incomplets, systèmes d'alerte lacunaires, financements insuffisants : les outils censés préparer nos territoires restent largement inadaptés aux réalités locales et aux inégalités sociales.

DES TRAJECTOIRES D'ADAPTATION À PRÉCISER

En matière d'adaptation des changements climatiques, il est essentiel d'envisager le pire et de s'y préparer pour ne pas être pris au dépourvu. Cela signifie construire nos politiques publiques et nos stratégies locales à partir des scénarios de réchauffement les plus pessimistes, non pas parce qu'ils sont inéluctables, mais parce que s'y préparer c'est faire preuve de responsabilité. Cette logique de précaution est aujourd'hui portée au niveau national à travers la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation aux changements climatiques (TRACC), qui table sur un réchauffement de +4°C en France d'ici 2100. Ce cadre vise à garantir la cohérence et l'ambition des actions d'adaptation sur l'ensemble du territoire.

Dans les Pays de la Loire, cette hypothèse n'est pas exagérée. Au contraire, les projections climatiques régionales issues des derniers travaux du GIEC des Pays de la Loire indiquent que le territoire pourrait

connaître un réchauffement allant au-delà de +4°C à la fin du siècle dans les scénarios d'émissions élevées¹⁸⁹. Cela implique des impacts majeurs sur les ressources en eau, la santé, l'agriculture, les écosystèmes ou encore la fréquence et l'intensité des événements extrêmes. Il serait donc périlleux de tabler sur des scénarios plus optimistes ou de réduire l'ambition de l'adaptation au nom d'un réalisme climatique mal interprété.

Pour autant, il est tout aussi risqué de figer une trajectoire unique d'adaptation sans se donner les moyens de la réviser. **L'incertitude qui entoure l'évolution du climat doit conduire à une approche dynamique et itérative : l'adaptation ne peut pas être conçue comme un plan figé, mais comme un processus d'ajustement continu.**

Cela suppose de rester à l'écoute des signaux climatiques, d'actualiser les connaissances scientifiques et de renforcer les capacités d'anticipation des territoires. Le Haut Conseil pour le Climat rappelle d'ailleurs que « Le décalage se creuse entre les mesures prises pour faire face aux impacts des changements climatiques et les besoins d'adaptation, car les aléas climatiques induits par le réchauffement s'intensifient plus rapidement que les moyens mis en œuvre pour en limiter les impacts»¹⁹⁰. En somme, **il faut s'adapter au pire des scénarios pour protéger efficacement les populations et les écosystèmes, tout en gardant la souplesse nécessaire pour évoluer si le climat le permet.**

DES DIAGNOSTICS DE VULNÉRABILITÉ INCOMPLETS

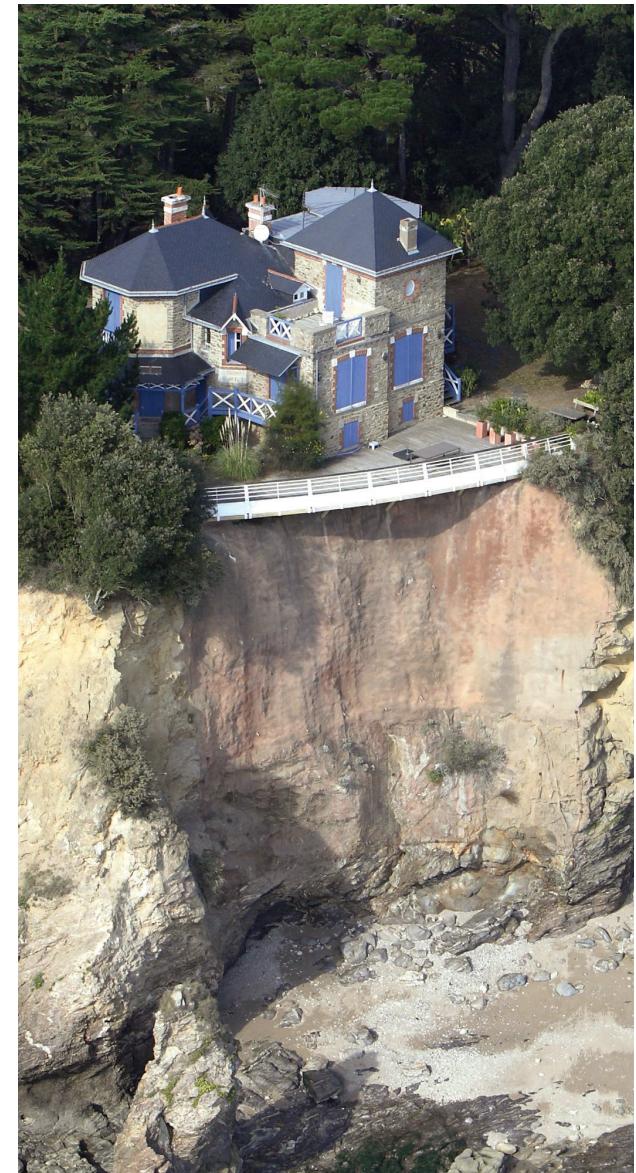
Adapter nos territoires aux changements climatiques exige bien plus qu'un enchevêtrement de mesures : cela suppose un changement d'échelle dans la manière même d'appréhender les risques, leurs dynamiques, leurs interactions et leurs conséquences différencierées selon les territoires et les populations. Ce changement repose avant tout sur l'élaboration de diagnostics territoriaux rigoureux, croisant données climatiques et réalités économiques, sociales, sanitaires et environnementales.

Ces diagnostics ne sont pas une étape mineure : ils sont la condition première de toute politique d'adaptation efficace. C'est grâce à eux que l'on peut identifier les vulnérabilités structurelles, orienter les investissements publics et privés là où ils sont les plus utiles, anticiper les effets en cascade, et surtout, protéger les populations les plus exposées, souvent les plus précaires. Pourtant, force est de constater que, tant au niveau national que local – y compris à l'échelle régionale – ces outils sont encore trop rares, trop incomplets ou insuffisamment actualisés. Certes, des dispositifs comme les Plans Climat-Air-Énergie Territoriaux (PCAET) ou le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) visent à territorialiser les enjeux climatiques et à identifier des leviers d'action notamment en matière d'adaptation. Mais, **les effets systémiques – comme l'occurrence simultanée de plusieurs aléas – restent mal identifiés et peu intégrés aux politiques publiques, reposant sur des évaluations frag-**

mentaires, peu robustes et rarement adaptées aux réalités locales.

Au cœur de cette fragilité se trouve un double déficit : d'une part, le manque de données ouvertes, localisées, fiables et régulièrement mises à jour ; d'autre part, l'absence de financements suffisants pour produire de nouvelles connaissances. Or, sans données, pas de diagnostic. Et sans diagnostic, pas d'action pertinente. Les données disponibles aujourd'hui sont trop souvent parcellaires ou obsolètes. Elles sous-estiment les interactions entre aléas, ignorent les disparités spatiales, et laissent dans l'angle mort les groupes sociaux les plus vulnérables. La production de données nouvelles – climatiques, sociales, économiques, environnementales – doit être reconnue comme un investissement stratégique, au même titre que les infrastructures ou les politiques d'adaptation elles-mêmes.

Pour combler ces lacunes, il est essentiel d'investir massivement dans des programmes de recherche ambitieux appliqués aux territoires, en mobilisant les universités, les observatoires, les instituts de recherche publics, mais aussi les services de l'État et les collectivités territoriales. D'autres pays européens ont franchi ce cap. Ils disposent de diagnostics beaucoup plus avancés : scénarios climatiques différencierés, cartographies fines des vulnérabilités territoriales et sectorielles, analyses de résilience des infrastructures critiques à travers des stress tests climatiques. Ces outils leur permettent non seulement de mieux cibler leurs investissements, mais aussi d'articuler efficacement atténuation et adaptation, pour construire des territoires réellement résilients.



© Région Pays de la Loire / P. Denis

DES PLANS DE PRÉVENTION À ACTUALISER FACE AUX NOUVELLES RÉALITÉS CLIMATIQUES

Depuis plusieurs décennies, la France a développé une politique de prévention des risques naturels, s'appuyant sur une série d'évolutions législatives et réglementaires aux niveaux national et européen. Cette démarche a conduit à la mise en place de divers dispositifs publics, déployés à différentes échelles territoriales.

Parmi ces outils, les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN), institués par la loi Barnier de 1995¹⁹¹, occupent une place centrale. Ces documents de planification ont pour objectif d'encadrer l'utilisation des sols dans les zones exposées à des risques naturels prévisibles, en imposant des mesures prescriptives visant à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens.

Considérés comme le "dispositif phare de la prévention en France"¹⁹², les PPRN couvrent une variété de risques, tels que les inondations, les mouvements de terrain ou encore les feux de forêt. Ils impliquent la responsabilité conjointe de l'État et des collectivités territoriales dans la régulation de l'urbanisation en zones à risque.

Dans la région des Pays de la Loire, ces plans revêtent une importance particulière en raison de la présence d'aléas bien identifiés. Dotés de la valeur de servitude d'utilité publique, les PPRN sont annexés aux Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) et rendent obligatoires des mesures de prévention,

de protection et de sauvegarde. Ils visent à anticiper les réponses à apporter en cas de survenue d'un aléa, notamment en limitant les nouvelles implantations dans les zones exposées.

Deux grandes catégories de PPRN existent :

- Les plans spécifiques à un type de risque, comme les PPRI (inondation) ou les PPRIF (feux de forêt). Ces derniers peuvent par ailleurs s'articuler autour de risques spécifiques tels que les Plans de Prévention des inondations par ruissellement,
- Les plans multirisques, comme les PPRL, qui s'appliquent notamment aux territoires littoraux.

En région Pays de la Loire, la majorité des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) concernent les inondations, qui demeurent l'aléa le plus fréquent et le plus coûteux. Ces plans, et notamment les Plans de Prévention du Risque inondation (PPRI), ont démontré leur efficacité : selon la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), les communes couvertes enregistrent une baisse moyenne de 12 % du coût des sinistres, une diminution de 40 % de leur fréquence, et une réduction de moitié des dommages assurés¹⁹³. Ces résultats s'expliquent par une meilleure adaptation des biens situés en zone inondable, ainsi que par la mobilisation de dispositifs complémentaires, comme les Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI), déjà déployés dans plusieurs bassins versants ligériens.

Pourtant, le niveau de couverture par de tels plans reste très insuffisant au regard de l'évolution du risque. **En Pays de la Loire, plus d'un tiers du**

territoire n'est pas couvert par un Plan de Prévention des Risques Naturels¹⁹⁴ et seules 409 communes sont actuellement couvertes par un Plan de Prévention du Risque inondation (PPRI)¹⁹⁵.

Cette faiblesse est particulièrement marquée pour les risques d'inondation par ruissellement, aucune des vingt communes ligériennes les plus exposées ne disposant d'un Plan spécifique (PPR Ruissellement). Si 14 d'entre elles bénéficiaient d'un PPRI ou d'un Plan de Prévention du Risque Littoral (PPRL), 6 communes n'étaient couvertes par aucun dispositif de l'État en 2019¹⁹⁶.

Pour faire face à ces manques, et mieux intégrer le phénomène de ruissellement dans les politiques publiques locales, la DREAL Pays de la Loire, en partenariat avec l'INRAE et la CCR, a déployé à l'échelle régionale la méthode IRIP (Inondations par Ruissellement Intense Pluvial). Cette méthode vise à construire une base commune de connaissances sur les inondations par ruissellement, partagée entre les acteurs régionaux de l'eau et des sols¹⁹⁷.

***En région Pays de la Loire,
la majorité des Plans de Prévention
des Risques Naturels (PPRN)
concernent les inondations,
qui demeurent l'aléa le plus fréquent
et le plus coûteux.***

Autre exemple révélateur des disparités : **le département du Maine-et-Loire, pourtant marqué par une concentration importante du risque de feux de forêt, ne dispose aujourd’hui d’aucun plan de prévention spécifique à cet aléa.**

Cette absence d’anticipation fragilise la capacité d’action locale face à des phénomènes qui, avec les changements climatiques, tendent à s’intensifier.

Face à cette réalité, il est primordial, à l’échelle des Pays de la Loire, de renforcer les connaissances locales sur les impacts des changements climatiques et des aléas naturels. Cela passe :

- La réalisation de diagnostics et d’études territorialisées dans les bassins de risque,
- La généralisation de PPR adaptés à la diversité des aléas régionaux,
- Et la mise en place d’un dialogue renforcé entre les acteurs de terrain, les services de l’État, les collectivités et le monde scientifique.

Ces efforts conditionnent notre capacité à mieux anticiper, prévenir et protéger les habitants de la région face à des risques climatiques désormais bien installés dans notre quotidien.



© Région Pays de la Loire / PB. Fourny

Une couverture partielle et fragmentée des risques naturels en Pays de la Loire

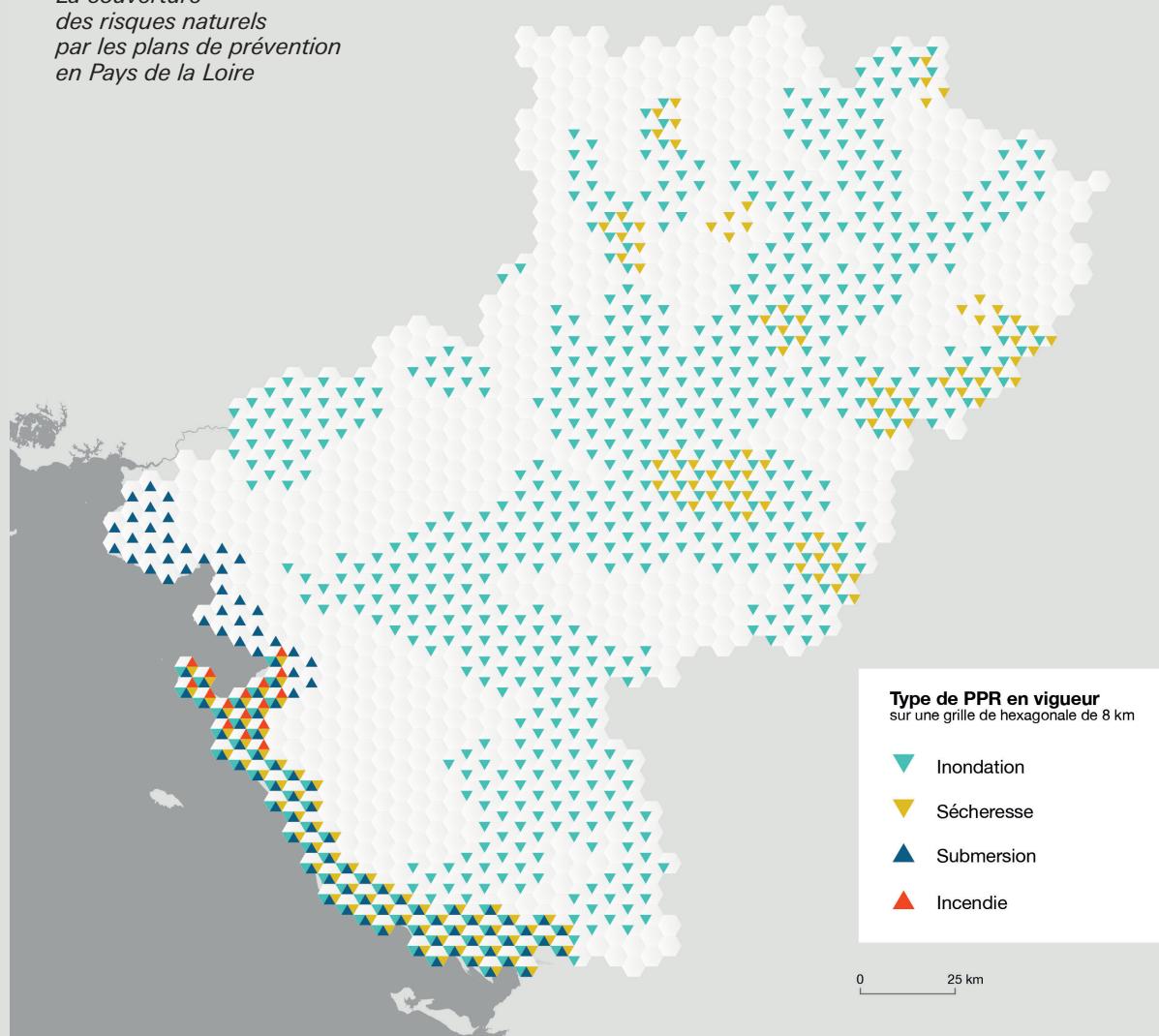
En Pays de la Loire, les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) constituent le principal outil réglementaire pour anticiper les aléas. S'ils ont permis de structurer une première réponse aux risques majeurs, leur déploiement reste inégal et leur conception souffre d'une approche encore trop sectorielle.

Le risque d'inondation est le mieux pris en compte, avec 409 communes couvertes par un PPRI, notamment autour d'Angers, Saumur ou Nantes. Toutefois, la mise à jour irrégulière de ces plans limite leur efficacité, dans un contexte de modification rapide des régimes hydrologiques sous l'effet des changements climatiques.

D'autres risques, bien que connus, sont peu intégrés. Seuls dix PPRMT (mouvements de terrain) ont été adoptés, principalement dans le Maine-et-Loire, la Mayenne et la Sarthe. Des communes très exposées comme Doué-en-Anjou ou Cholet ne sont toujours pas couvertes. Le risque incendie est encore moins pris en compte : seuls quelques PPRIF existent, tous en Vendée, malgré une vulnérabilité avérée dans d'autres secteurs, comme le nord-est du Maine-et-Loire ou le sud-est de la Sarthe.

À l'inverse, les Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) constituent une avancée. Ils intègrent plusieurs aléas (submersion, inondation, érosion, recul du trait de côte) et couvrent l'ensemble de la façade atlantique, avec une attention particulière portée à des zones sensibles comme la baie de l'Aiguillon ou l'île de Noirmoutier. Mais cette logique intégrée reste limitée aux communes littorales^{198 199}.

Figure 13.
La couverture des risques naturels par les plans de prévention en Pays de la Loire



© GIEC des Pays de la Loire / Comité 21, 2025 - Source : GASPAR

Les politiques nationales d'adaptation aux changements climatiques : des avancées limitées

Depuis près de vingt ans, la France a engagé une politique d'adaptation aux changements climatiques, avec la mise en place dès 2006 d'une Stratégie nationale (SNACC), puis des Plans nationaux d'adaptation (PNACC). En mars 2025, le Gouvernement a présenté le troisième volet de ce plan (PNACC-3) pour la période 2024-2028. Il s'articule autour de cinq grands enjeux – santé, logement, agriculture, biodiversité, économie – et propose 52 mesures concrètes, déclinées en plus de 200 actions.

Le PNACC-3 vise notamment à assurer une meilleure articulation avec la Trajectoire d'adaptation aux changements climatiques (TRACC), fondée sur un scénario de réchauffement global de +4°C à l'horizon 2100. Il entend aussi renforcer la coordination entre les échelons territoriaux et valoriser les Solutions Fondées sur la Nature.

Cependant, malgré ces avancées, le PNACC-3 n'a pas de valeur juridique contraignante. Il ne peut être opposé devant un juge, et n'a pas de portée normative sur les autres documents de planification, qu'ils soient nationaux (comme la Stratégie de gestion intégrée du trait de côte), régionaux (SRADDET), locaux (SCOT, PLU), ou encore sur les plans de prévention des risques (PPR, PPRI), qui encadrent pourtant la gestion des aléas climatiques. Son effectivité dépend essentiellement de la publication d'actes réglementaires complémentaires et de l'engagement volontaire des acteurs.

À cela s'ajoute une autre limite majeure : la majorité des mesures du PNACC-3 sont de nature incrémentale, c'est-à-dire qu'elles visent des ajustements progressifs du système existant. Or, le GIEC recommande explicitement des mesures d'adaptation transformationnelles, pour répondre aux risques systémiques et aux limites d'adaptation de certains secteurs et territoires. En l'absence de cette ambition transformatrice, le plan risque de ne pas être à la hauteur des enjeux à moyen et long terme²⁰⁰.

Par ailleurs, si le PNACC-3 a été élaboré dans une logique de concertation, il repose encore sur une approche technique, sans évaluation fine des besoins territoriaux, ni vision transformatrice de long terme. Il passe largement sous silence les inégalités sociales et territoriales que les changements climatiques tendent à accentuer, en matière de santé, de logement ou d'exposition aux risques.

Pour répondre à l'ampleur du défi, il ne s'agit plus de juxtaposer des mesures, mais de construire une stratégie cohérente, dotée de moyens et ancrée dans les réalités territoriales. Cela suppose de renforcer le rôle des collectivités, d'adapter les outils aux besoins locaux, de garantir un cadre juridique plus solide, et surtout de repenser la gouvernance de l'adaptation. L'État, censé piloter cette transformation, reste trop souvent en retrait²⁰¹. Il peine à fixer des objectifs clairs et à tracer des trajectoires partagées. Le Secrétariat général à la planification écologique, comme les COP régionales, auraient pu incarner ce rôle de coordination, mais peinent à s'imposer comme des instances structurantes. Les collectivités sont en première ligne : elles agissent déjà en matière d'aménagement, de solidarité, de mobilité ou de développement économique. Mais leur action restera partielle tant qu'elle ne s'inscrit pas dans une vision nationale ambitieuse, lisible, et soutenue par un engagement politique, financier et humain durable.

DES DYSFONCTIONNEMENTS DANS LES SYSTÈMES D'ALERTE ET DE SECOURS

Dans un contexte où les changements climatiques accentuent l'incertitude et la rapidité des évolutions, les systèmes d'alerte doivent être considérés comme des leviers essentiels d'anticipation, de mobilisation collective et de réduction des inégalités face aux risques. Leur déploiement, loin d'être purement technologique, s'inscrit dans différentes échelles temporelles : de la surveillance à long terme des tendances climatiques à l'alerte immédiate en cas de danger imminent, en passant par la prévision à moyen terme des phénomènes météorologiques majeurs.

Depuis une vingtaine d'années, les exemples ne manquent pas pour démontrer l'efficacité des systèmes d'alerte lorsqu'ils sont correctement déployés et utilisés. Aux Antilles, le système d'alerte cyclonique permet régulièrement l'évacuation préventive des populations menacées. En France, le plan canicule, instauré après la catastrophe de 2003, a significativement réduit la mortalité lors des vagues de chaleur suivantes. De la même manière, des systèmes d'alerte aux pics de pollution ont été déployés par les associations de surveillance de la qualité de l'air, comme Air Pays de la Loire²⁰².

Cependant, d'autres cas soulignent que l'efficacité de ces dispositifs repose avant tout sur la capacité des décideurs à les activer de manière pertinente et au bon moment. La polémique sur le fonctionnement du système d'alerte à Valence, en Espagne, lors des inondations de 2024 est à ce titre emblé-

matique. L'épisode Xynthia illustre également les défaillances importantes en termes d'anticipation des risques. Le Sénat avait alors pointé l'insuffisance des prévisions, le manque d'opérationnalité dans la vigilance, les mesures incomplètes de prévention des risques de submersion marine, l'occupation des sols dans des zones pourtant identifiées comme étant à risque ou encore le manque d'entretien des digues qui ont constitué des facteurs aggravants entachant la gestion du risque tout au long de sa chaîne²⁰³.

Selon l'Agence européenne pour l'environnement, quatre conditions sont essentielles à la réussite des systèmes d'alerte précoce : une base d'information robuste fondée sur la surveillance et la prévision ; une communication des risques claire, accessible et compréhensible par tous ; une capacité de réaction adaptée, tant du côté des autorités que des citoyens ; et enfin, une gouvernance coordonnée, impliquant l'ensemble des parties prenantes.

Ces systèmes d'alerte précoce doivent s'adapter aux spécificités locales tout en étant connectés aux réseaux nationaux et internationaux de gestion des risques. En Europe, plusieurs outils sont déjà en place.

Meteoalarm, coordonné par EUMETNET, diffuse des alertes en cas d'événements météorologiques extrêmes comme les fortes pluies, les orages, les vagues de chaleur, les incendies de forêt ou encore les avalanches en Europe. Le service Copernicus sur les changements climatiques (C3S) fournit des données fiables et utiles à la compréhension des

enjeux pour de nombreux secteurs. Le Centre de connaissances sur la gestion des risques de catastrophe (DRMKC), piloté par la Commission européenne, centralise quant à lui des données sur les risques à l'échelle de l'UE.

D'autres systèmes existent à des échelles plus locales. En Autriche, un SAP²⁰⁴ a été développé pour sécuriser le transport ferroviaire. En Macédoine du Nord, un dispositif spécifique permet d'anticiper les vagues de chaleur. À Tatabánya, en Hongrie, les alertes visent à prévenir les canicules urbaines et les incendies de forêt. En Émilie-Romagne, un portail régional associe alertes, surveillance hydrométéorologique en temps réel et communication sur les risques. En Norvège, dans le comté de Sogn og Fjordane, un système multifactoriel couvre simultanément les avalanches, les glissements de terrain, les ondes de tempête et les inondations. En France, le service Vigicrues constitue la référence nationale pour l'information sur les risques de crues. Il est aussi possible de citer la méthode AIGA développée par l'INRAE, Météo France et le Schapi, dont l'objectif est de mieux appréhender les pluies intenses et d'anticiper les crues rapides sur les bassins versants dépourvus de station de mesure. Ces expériences montrent que l'alerte ne peut être pleinement efficace que si elle s'inscrit dans une stratégie plus large d'adaptation, fondée sur la connaissance des vulnérabilités territoriales, la formation continue des acteurs et l'appropriation des outils par les citoyens eux-mêmes.

Ainsi, il est essentiel que les décideurs publics soient formés à interpréter correctement les alertes



© Région Pays de la Loire / J. Sarago

reçues. C'est à cette condition qu'ils pourront évaluer rapidement les risques, prendre des décisions appropriées — parfois dans l'urgence — et coordonner efficacement les services d'intervention.

De même, la qualité et la temporalité de la communication vers le public sont déterminants pour faire face aux événements extrêmes. Les niveaux d'alerte doivent être facilement compréhensibles et accompagnés de consignes claires, précises, voire obligatoires. L'efficacité d'un système d'alerte repose en grande partie sur l'adhésion de la population et sa capacité à réagir de manière appropriée. Cette adhésion suppose un travail constant de sensibilisation, d'éducation, et des exercices réguliers de simulation, à l'image des Plans particuliers de mise en sûreté (PPMS) dans les établissements scolaires. À cet égard, il est crucial de garantir la fiabilité technique des dispositifs de communication en cas de danger imminent, tels que ceux prévus dans le cadre du réseau national d'alerte, sur l'ensemble du territoire ligérien. L'abonnement à des systèmes d'alerte automatisés — par SMS, courriel ou appel téléphonique — répondrait bien mieux aux exigences actuelles de la protection civile que le maintien ou le développement des dispositifs de sirènes, dont l'efficacité reste limitée.

En résumé, pour être efficaces, les systèmes d'alerte doivent pouvoir s'appuyer sur des protocoles d'action standardisés, définissant précisément la chaîne de commandement et les responsabilités de chaque acteur. Ces protocoles doivent anticiper les différents scénarios possibles et prévoir des réponses adaptées, depuis l'organisation

des évacuations jusqu'à l'identification des points de rassemblement.

Dans un contexte où les événements extrêmes deviennent plus fréquents et plus intenses, l'efficacité de ces systèmes d'alerte pourrait ainsi faire la différence entre une catastrophe maîtrisée et un désastre humanitaire. Concernant l'organisation des services de secours — pompiers, sécurité civile, SAMU, police et gendarmerie — il est indispensable de garantir le bon fonctionnement du réseau Antares sur l'ensemble du territoire ligérien. Ce réseau de communication sécurisé constitue l'épine dorsale des échanges entre les forces de sécurité et de secours. Toute faille dans sa couverture, sa capacité de résilience ou sa fiabilité peut avoir des conséquences critiques en situation d'urgence, en ralentissant la coordination, en fragmentant les chaînes de décision ou en provoquant des doublons dans les interventions.

À ce titre, il est impératif de procéder à une cartographie fine de ses zones blanches et à une mise à niveau régulière des équipements, notamment dans les zones rurales, littorales ou forestières où la vulnérabilité est accrue²⁰⁵.

Au-delà des seuls aspects techniques, il est crucial d'améliorer la coordination opérationnelle des missions de sauvetage. **La tempête Xynthia a tristement illustré les limites de l'organisation actuelle. En Vendée, les premiers secours ont dû intervenir avec un seul hélicoptère de la gendarmerie, tandis que dix appareils étaient disponibles en Charente-Maritime. Le commandement des hélitreuillages, centralisé à**

La Rochelle, n'a pas pris en compte la gravité de la situation vendéenne dans les premières heures, entraînant une répartition inéquitable des moyens de secours. Cette défaillance s'explique en partie par l'appartenance des deux départements à des zones de défense différentes, mais aussi par l'absence de protocoles partagés entre services et d'un commandement unifié en situation de crise²⁰⁶.

Par ailleurs, certains moyens aériens engagés par le SAMU ont été mobilisés de manière autonome, sans coordination avec les autres intervenants, ce qui a accru la confusion sur le terrain et affaibli l'efficacité globale de la réponse. Ces constats soulignent l'urgence de moderniser les outils de communication d'urgence, de renforcer les formations croisées entre acteurs de la sécurité civile, et d'instaurer une gouvernance opérationnelle plus intégrée. Il s'agit, en particulier, d'anticiper les scénarios de crise de grande ampleur impliquant plusieurs départements, voire plusieurs régions, où la rapidité de réaction, la fluidité des échanges et la répartition claire des responsabilités sont des conditions essentielles pour sauver des vies²⁰⁷.

Dans cette perspective, les Plans Communaux de Sauvegarde (PCS) et les Plans Intercommunaux de Sauvegarde (PICS) jouent un rôle fondamental pour organiser localement la réponse à des événements majeurs. Ils définissent les modalités d'alerte, d'information, de protection et de soutien aux populations en cas de crise. Les communes couvertes par un Plan de Prévention des Risques (PPR), ou identifiées comme Territoires à Risques Importants d'Inondation (TRI), sont tenues d'élaborer un PCS.

Toutefois, cette obligation ne s'applique pas à l'ensemble des communes exposées à des aléas climatiques, ce qui laisse de nombreux territoires insuffisamment préparés face à la montée en fréquence et en intensité des événements extrêmes.

Par ailleurs, dans leur conception actuelle, la plupart des PCS n'intègrent pas de volet spécifique dédié aux événements climatiques extrêmes, tels que les vagues de chaleur prolongées, les sécheresses intenses, les feux de forêt ou les pluies exceptionnelles. Ces phénomènes, pourtant de plus en plus fréquents sous l'effet des changements climatiques, restent souvent traités de manière diffuse ou secondaire dans les dispositifs de sauvegarde locaux. Cette lacune empêche d'anticiper efficacement les besoins particuliers qu'ils génèrent : adaptation des lieux de mise à l'abri, gestion de l'eau, continuité des services essentiels, protection des personnes vulnérables. Il devient donc urgent de faire évoluer le cadre des PCS et PICS pour y intégrer pleinement une approche climatique, territorialisée et prospective, en lien avec les données de vulnérabilité locale et les projections d'évolution du climat.

Les Plans Communaux de Sauvegarde jouent un rôle fondamental pour organiser localement la réponse à des événements majeurs.

*Dans les Pays de la Loire,
les besoins d'adaptation aux changements climatiques
pourraient se chiffrer entre 4 à 5 milliards d'euros par an,
tous secteurs confondus.*

L'INACTION : UN COÛT PLUS ÉLEVÉ QUE L'ADAPTATION

Face à l'accélération des changements climatiques, l'anticipation des coûts de l'adaptation est devenue une priorité. Bien qu'il soit difficile de chiffrer précisément les besoins, plusieurs études convergent pour estimer que plusieurs dizaines de milliards d'euros par an devront être investis à l'échelle nationale pour adapter les infrastructures, les services publics et les territoires^{208 209 210}. En France, le secteur du bâtiment nécessiterait à lui seul 7 milliards d'euros²¹¹ supplémentaires par an, l'agriculture au moins 1,5 milliard²¹², et le secteur de l'énergie des investissements massifs, notamment pour renforcer le réseau électrique face à un scénario de +4°C²¹³. D'autres domaines comme la gestion de l'eau, les forêts ou les transports présentent également des besoins urgents.

Dans les Pays de la Loire, les besoins d'adaptation aux changements climatiques pourraient se chiffrer entre 4 à 5 milliards d'euros par an, tous secteurs confondus²¹⁴. Cette évaluation, fondée sur une projection à l'échelle régionale des grands postes d'investissement nationaux, reste néanmoins incomplète. Elle ne tient pas encore compte des

investissements liés à la montée du niveau de la mer, dont les montants pourraient exploser dans les années qui viennent.

À ce jour, les financements mobilisés au titre de l'adaptation — qu'ils proviennent du Fonds vert, des contrats de plan État-Région ou des budgets des collectivités — restent très en-deçà de ces besoins. Ce manque d'investissement met la région face à un double danger : celui d'avoir à engager demain des dépenses bien plus élevées dans l'urgence pour réparer les dégâts, et celui de voir s'amplifier les inégalités sociales et territoriales face aux risques climatiques. Entre littoral et arrière-pays, entre centres urbains et zones rurales, entre communes dotées et non dotées de plans d'adaptation, les capacités de résistance aux changements climatiques sont aujourd'hui profondément inégales.

En réalité, le coût de l'inaction sera toujours plus élevé que celui de l'adaptation. Construire aujourd'hui des logements, des écoles ou des hôpitaux non adaptés, c'est prendre le risque de les voir devenir inadaptés, voire dangereux, face aux aléas climatiques de demain. Soutenir des filières économiques sans les inscrire dans une trajectoire résiliente, c'est exposer des pans entiers de notre

économie à des ruptures brutales et à des crises sociales à venir²¹⁵. **Il est donc impératif d'intégrer systématiquement les enjeux d'adaptation dans tous les investissements, qu'ils soient publics ou privés, en Pays de la Loire comme ailleurs. Cette démarche doit devenir un réflexe, une condition de toute politique d'aménagement ou de développement.** Comme le rappelle la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), un euro investi dans la prévention permet d'éviter entre 7 et 8 euros de dépenses liées aux dommages. Ne pas anticiper, c'est choisir de payer plus, plus tard — en pertes humaines, en désorganisation territoriale, en coûts économiques et sociaux.

INJUSTICES CLIMATIQUES ET RISQUE DE MAL ADAPTATION

Au-delà des risques liés à l'inaction, un autre danger guette : celui de la mal adaptation, c'est-à-dire la mise en place de stratégies d'adaptation qui, au lieu de réduire les vulnérabilités, les aggravent ou en créent de nouvelles. Ces effets pervers peuvent résulter d'approches trop technicistes, déconnectées des réalités sociales, ou d'actions menées sans prise en compte des inégalités existantes.

Certaines pratiques, pourtant mises en avant pour faire face au dérèglement climatique, illustrent bien ce risque de mal adaptation. Si la végétalisation des villes est essentielle pour atténuer les effets des changements climatiques, elle peut, lorsqu'elle n'est pas pensée avec les habitants, favoriser la spéculation immobilière et entraîner le déplacement des populations précaires vers des zones moins aménagées, donc plus exposées.

La justice environnementale et climatique impose donc une autre approche : des politiques d'adaptation co-construites avec les habitants, notamment dans les quartiers populaires, qui évitent les logiques de vitrine et garantissent un accès équitable aux services écosystémiques. D'autant que les inégalités face aux aléas climatiques ne sont pas seulement territoriales : elles sont aussi économiques.

Les populations à faibles revenus vivent plus souvent dans des logements mal isolés, dans des zones plus exposées aux risques (inondations, chaleur, pollution), avec un accès plus limité aux services essentiels et aux moyens de transport. Cette double exposition – sociale et environnementale – affaiblit considérablement leur capacité d'adaptation. C'est dans ce contexte que plusieurs dispositifs ont été mis en place par l'État pour tenter de corriger ces inégalités d'accès à la transition écologique. Mais leur efficacité reste aujourd'hui limitée, notamment pour les ménages modestes. Le Fonds Barnier, par exemple, peut couvrir jusqu'à 80 % des travaux de réduction de vulnérabilité des logements exposés à des risques naturels²¹⁶. Mais en pratique, le plafond fixé à 10 % de la valeur vénale du bien, combiné à une avance limitée à 30 %, rend les tra-

vaux inaccessibles pour de nombreux propriétaires modestes vivant dans des passoires thermiques²¹⁷.

De même, MaPrimeRénov', censée accélérer la rénovation énergétique, ne répond que partiellement aux besoins des plus fragiles. Selon l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE), seuls 15 % des ménages éligibles sont effectivement accompagnés dans leur démarche, et la prime couvre en moyenne moins de 40 % du coût des travaux²¹⁸. En 2024, 65 % des bénéficiaires déclaraient avoir dû renoncer à une partie des travaux faute de moyens.

Le rapport de France Stratégie publié la même année montre que le reste à charge reste un frein décisif, atteignant encore 47 % pour les très modestes et 64 % pour les modestes. Les rénovations globales, pourtant les plus efficaces, ne représentent que 12 % des dossiers, alors que 17 % des résidences principales (soit 5,2 millions de logements) restent des passoires thermiques²¹⁹. Les ménages vivant en logement collectif sont également sous-représentés : bien que la moitié des résidences principales soient des appartements à l'échelle nationale, seuls 4 % des dossiers engagés au premier semestre 2023 concernaient ce type d'habitat²²⁰. Enfin, des disparités territoriales importantes subsistent : les zones urbaines reçoivent trois fois plus d'aides que les zones rurales, où les besoins sont pourtant tout aussi urgents. Le délai de versement (souvent 4 à 6 mois) et la complexité des démarches administratives pour accéder à des outils comme l'éco-prêt à taux zéro (éco-PTZ) empêchent également les ménages les plus modestes d'engager les travaux nécessaires.

Ces constats soulignent l'urgence d'un changement de paradigme. **Pour être efficaces, les politiques d'adaptation doivent être justes, accessibles et pensées à partir des besoins réels des populations.** Elles doivent viser à réduire les vulnérabilités existantes et non à les déplacer, ni à les renforcer. Cela suppose de revoir les critères d'éligibilité, de simplifier les démarches, de territorialiser les dispositifs, et de renforcer l'accompagnement social et technique. Faute de quoi, les politiques d'adaptation risquent de devenir elles-mêmes des vecteurs d'inégalités, et donc d'échec collectif face au défi climatique.



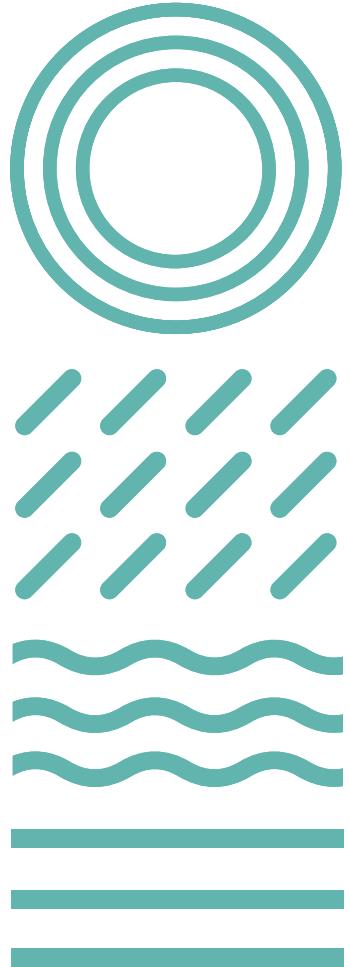
© Région Pays de la Loire / J. Sarago

EN RÉSUMÉ

Les changements climatiques mettent en lumière une vulnérabilité structurelle des territoires ligériens et de leurs habitants. Cette vulnérabilité ne résulte pas uniquement de l'exposition aux risques naturels, mais d'une capacité d'adaptation encore largement insuffisante, à la fois sur les plans individuel et territorial.

Ces inégalités d'adaptation sont d'abord sociales : elles reflètent des disparités marquées en matière de revenus, d'état de santé, de conditions de logement, de mobilité ou d'accès à l'information. Ces facteurs, souvent cumulés, limitent fortement la possibilité pour les personnes les plus vulnérables d'anticiper les événements climatiques et d'y répondre de manière autonome. Sur le plan institutionnel, les dispositifs de prévention et d'adaptation souffrent de plusieurs limites : absence de diagnostics territoriaux complets et actualisés, trajectoires climatiques encore trop peu opérationnalisées, plans de prévention lacunaires, systèmes d'alerte perfectibles. À cela s'ajoute un déficit de culture du risque, qui freine l'appropriation des enjeux par les populations et limite l'efficacité des réponses. Dans certains cas, des stratégies mal conçues peuvent même renforcer les vulnérabilités existantes, générant des effets de mal adaptation.

Dans ce contexte, l'adaptation ne peut plus être abordée comme une série d'ajustements sectoriels, mais comme une transformation systémique des politiques publiques, des modèles de gouvernance et des logiques d'investissement. Elle suppose une meilleure articulation entre niveaux d'action (État, collectivités, acteurs de terrain), un renforcement des moyens dédiés, et une reconnaissance explicite des inégalités territoriales et sociales dans la définition des priorités. L'absence de réponse à ces défis ne ferait qu'accroître les coûts à venir – qu'ils soient humains, économiques ou environnementaux. À l'inverse, investir dans une adaptation juste et territorialisée constitue une condition essentielle de la résilience régionale à long terme ●



Conclusion

Ce rapport dresse un constat sans appel. Face aux changements climatiques, les populations ligériennes ne sont ni exposées de la même manière, ni dotées des mêmes capacités pour y faire face. Ces vulnérabilités différencieront, profondément liées à nos conditions de vie, nous invitent à changer radicalement de regard sur l'adaptation. Cette dernière ne peut être pensée comme une succession de mesures techniques ou uniformes, mais comme un processus social, évolutif et différencié. Adapter nos territoires exige de mieux comprendre les personnes qui y vivent, leur rapport au risque, leur capacité à agir, leurs contraintes économiques et sociales mais aussi leur environnement bâti, institutionnel et culturel.

Cette approche de justice environnementale et climatique est à la fois une exigence éthique et un levier d'efficacité collective : en protégeant les plus exposés, c'est toute la résilience du territoire que l'on renforce. Toutefois, cela implique aussi de tenir compte des limites et des contraintes de l'adaptation. Certaines sont surmontables et peuvent être levées par un accompagnement, une ingénierie ou des financements adaptés, tandis que d'autres sont plus profondes, et parfois infranchissables. Ce sont celles qui relèvent de seuils physiques, écologiques ou technologiques au-delà desquels l'adaptation devient tout simplement impossible : l'effondrement d'un écosystème, la perte définitive de terres submergées, la multiplication d'événements extrêmes hors de toute capacité d'anticipation, ou encore le décalage croissant entre la vitesse des bouleversements climatiques et celle des réponses humaines. Dans ces situations, il ne s'agit plus d'adapter, mais d'accepter des pertes, de réorienter nos modes de vie, voire de faire des choix de renoncement.

Reconnaitre ces limites n'est pas un aveu d'échec, mais un acte de lucidité. C'est une condition pour orienter les investissements avec discernement, pour éviter des stratégies d'adaptation inefficaces ou contre-productives, et pour accompagner les populations concernées de manière responsable, en évitant de nourrir des illusions. C'est aussi une invitation à articuler adaptation et transformation, pour penser dès aujourd'hui des futurs habitables.

Le GIEC des Pays de la Loire appelle ainsi à ancrer l'adaptation dans quatre piliers fondamentaux :

- **Développer une culture du risque**, non seulement au sein de la population, mais aussi auprès des décideurs, en intégrant incertitudes, vulnérabilités, interdépendances et signaux faibles dans l'action publique ;
- **Fonder l'adaptation sur la science**, en s'appuyant sur des données fiables, ouvertes et territorialisées, en renforçant les passerelles entre recherche, expertise, expérimentation et décision ;
- **Réinventer l'aménagement du territoire** en y intégrant les principes de soin, de sobriété et de régénération ; en favorisant les Solutions Fondées sur la Nature, le co-design des communs et un urbanisme résilient ;
- **Renforcer la gouvernance territoriale de l'adaptation**, en mobilisant les savoirs issus de la recherche pour éclairer la décision publique, accompagner les entreprises dans leurs transformations et impliquer pleinement les citoyens dans la mise en œuvre des solutions.

Pour structurer et incarner cette ambition, il propose la création d'un Institut des vulnérabilités habitantes. Véritable laboratoire de transformation, cet espace fédérateur aurait pour vocation de croiser les savoirs académiques, professionnels et citoyens, de partager les diagnostics, d'expérimenter des solutions locales, et de faire émerger de nouvelles formes de gouvernance partagée de l'adaptation. Car c'est bien en articulant connaissance, équité, solidarité et coopération que nous pourrons transformer l'adaptation climatique : la considérer non pas comme un coût à subir, mais comme une opportunité de transition juste et soutenable pour nos territoires ●

Glossaire

C

Capacité d'adaptation d'un individu ou d'un groupe

Aptitude à mettre en place des ajustements face aux impacts des changements climatiques pour atténuer les effets négatifs, surmonter la phase critique, engager des mesures ou des actions, et en tirer des opportunités (notamment de transformation).

e

Exposition

aux changements climatiques : façons, pour les individus ou les groupes sociaux, d'être soumis aux aléas météorologiques et à leurs impacts.

f

Flexibilité cognitive

Capacité d'adapter son comportement à des changements environnementaux.

i

Îlot de chaleur

Phénomène se produisant majoritairement dans les zones urbaines et se traduisant par une surchauffe locale favorisée par les vagues de chaleur

et par plusieurs autres facteurs parmi lesquels : l'accumulation thermique du bâti ; sa densité qui limite la circulation de l'air ; la présence de matériaux foncés absorbant la chaleur le jour et la restituant la nuit ; ou encore le déficit d'espaces végétalisés et perméables.

Infrastructures critiques

La Commission Européenne²²¹ définit les infrastructures critiques comme « des installations physiques et des technologies de l'information, les réseaux, les services et les actifs qui, en cas d'arrêt ou de destruction, peuvent avoir de graves incidences sur la santé, la sécurité ou le bien-être économique des citoyens ou encore le travail des gouvernements des États membres ». Sont ainsi listés : les installations et les réseaux dans le secteur de l'énergie, les technologies des communications et de l'information, les finances), le secteur des soins de santé, l'alimentation, l'eau (réserves, stockage, traitement et réseaux), les transports (aéroports, ports, installations intermodales, chemins de fer et réseaux de transit de masse, systèmes de contrôle du trafic), la production, le stockage et le transport de produits dangereux (matériaux chimiques, biologiques, radiologiques et nucléaires), l'administration (services de base, installations, réseaux d'information, actifs et principaux sites et monuments nationaux).

j

Jours chauds

Jours dont la température est égale ou supérieure à 25°C.

p

Précarité énergétique

terme qualifiant une situation dans laquelle se trouve une personne qui éprouve des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou conditions d'habitat²²².

r

Résilience

des sociétés face aux changements climatiques : capacité d'une population à absorber les perturbations climatiques actuelles et futures ; à se réorganiser pour maintenir ses structures fondamentales ; à continuer de fonctionner de manière durable malgré les stress environnementaux ; à développer et mettre en œuvre des stratégies d'adaptation efficaces.

Retraits-gonflements des argiles

en contexte humide, un sol argileux se présente comme souple et malléable, tandis que ce même sol desséché sera dur et cassant. Des variations de volume plus ou moins conséquentes, en fonction de la structure du sol et des minéraux en présence, accompagnent ces modifications de consistance.

Ainsi, lorsque la teneur en eau augmente dans un sol argileux, on assiste à une augmentation du volume de ce sol, on parle alors de « gonflement des argiles ». Au contraire, une baisse de la teneur en eau provoquera un phénomène inverse de rétractation ou « retrait des argiles»²²³.

Risque climatique

probabilité que survienne un évènement climatique, croisée aux impacts potentiels engendrés si cet évènement se produit. Aussi, un risque sera caractérisé par un aléa, c'est-à-dire la probabilité que survienne un évènement néfaste, les enjeux exposés (personnes, écosystèmes...) et les niveaux de vulnérabilités associés²²⁴.

s

Sensibilité

d'un individu ou d'un groupe social aux changements climatiques : prédisposition spécifique à être affecté par un aléa

en fonction de caractéristiques qui leurs sont propres.

Sinistralité

Le taux de sinistralité désigne le ratio entre les montants des sinistres à dédommager et les primes d'assurance encaissées.

v

Vagues de chaleur

Périodes de 5 jours consécutifs ou plus pendant lesquels la température maximale est supérieure de plus de 5 °C à la normale.

Vulnérabilité

d'un individu ou d'un groupe face aux changements climatiques : mesure de sa propension ou sa prédisposition à être affecté négativement par les aléas. Elle comprend trois dimensions : l'exposition aux aléas climatiques, la sensibilité à leurs impacts et la capacité à s'y adapter. Ces dimensions sont nécessaires pour l'évaluation du risque climatique.

Encadré méthodologique

CHOIX MÉTHODOLOGIQUES DANS LES PROJECTIONS CLIMATIQUES RÉGIONALES

Les projections climatiques utilisées dans ce rapport proviennent des données publiques de DRIAS / Météo-France, accessibles à l'adresse suivante : <https://www.drias-climat.fr/>, et mobilisées dans le cadre du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC3). Ces données ont notamment été utilisées dans la Figure 11.

Le GIEC des Pays de la Loire a fait le choix de s'appuyer sur le scénario d'émissions RCP 8.5, en tenant compte des valeurs médianes, qui repose sur l'hypothèse d'une poursuite de la croissance des émissions de gaz à effet de serre selon les tendances actuelles. Deux raisons principales motivent ce choix :

- Les températures observées au cours des dix dernières années sur le territoire et à l'échelle de la planète sont déjà supérieures aux projections RCP 8.5 des températures à horizon 2030, ce qui signifie que les impacts des projections à 2030 sont déjà sous-estimés par rapport à la réalité d'aujourd'hui.
- La période de référence des normales climatiques retenue par DRIAS / Météo-France est 1976–2005. Les projections sont issues des modèles du programme CMIP5, qui couvrent donc la période 2006–2100. Par construction, ce cadre temporel ne tient pas compte des vingt dernières années,

pourtant marquées par une accélération notable du réchauffement climatique. Cette absence des deux dernières décennies dans la période de référence historique induit un biais potentiel dans l'estimation des écarts projetés de température, qui risque dès lors de sous-estimer l'ampleur des changements climatiques déjà en cours.

Par ailleurs, pour la région des Pays de la Loire, le scénario RCP 8.5 correspond globalement à la trajectoire dite des +4 °C retenue par l'État français dans le cadre de ses travaux d'anticipation des impacts climatiques à long terme (TRACC). Ce choix permet donc d'assurer une cohérence avec les scénarios nationaux de référence et de travailler sur une hypothèse haute, nécessaire pour dimensionner les politiques d'adaptation face aux risques majeurs.

Le GIEC des Pays de la Loire, s'appuyant sur une expertise scientifique pluridisciplinaire, a pour ambition de structurer une connaissance utile à l'action, visant à favoriser une lecture partagée et opérationnelle des enjeux climatiques locaux, et à éclairer les décisions d'aménagement, de planification et d'adaptation. Conscient de ces limites, il mettra néanmoins à disposition des collectivités partenaires les données climatiques brutes issues des projections disponibles sur les principaux indicateurs physiques du climat (températures, précipitations, sécheresses, vagues de chaleur, risque de départs de feu, etc.), à l'échelle de chaque EPCI du territoire. Ces données permettront d'enrichir les diagnostics territoriaux, d'anticiper plus fine-

ment les risques, et de dimensionner les stratégies locales d'adaptation sur des bases plus réalistes.

À l'échelle internationale, la période de référence désormais utilisée par le GIEC et l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) est 1991–2020, et le jeu de modèles climatiques le plus récent repose sur les projections du programme CMIP6. Ce dernier intègre l'évolution récente des températures et les modifications des régimes de précipitations observées au cours des vingt dernières années.

Toutefois, l'ensemble des projections CMIP6 n'est pas encore disponible à l'échelle locale. Par conséquent, les études d'impact fondées sur ce jeu de données demeurent limitées, et les indicateurs associés n'ont pas encore fait l'objet d'une modélisation approfondie au niveau régional.

Depuis le 6^{ème} rapport du GIEC, de nouveaux scénarios climatiques ont été développés : les SSP (Shared Socio-economic Pathways), lesquels viennent remplacer les scénarios dits RCP (Representative Concentration Pathways). Le SSP5-8.5 correspond à un scénario tendanciel reposant sur un développement fondé sur les énergies fossiles²²⁵, projetant un réchauffement mondial moyen de +2,4°C d'ici 2050, et de +4,4°C d'ici la fin du siècle, soit un niveau proche du scénario retenu dans le cadre de la TRACC qui prévoit un réchauffement des températures de +4°C à l'échelle mondiale et de +4°C d'ici 2100 en France²²⁶. Certaines modélisations à des échelles plus locales n'intègrent pas encore ces SSP, à l'image des modélisations réali-

sées par Météo France. Le SSP5-8.5 a toutefois été retenu dans le cadre de cette projection du niveau de l'océan sur la façade Atlantique, car il se rapproche le plus du RCP8.5, et que la donnée est disponible. Concernant l'élévation globale du niveau des océans, les projections prévoient un niveau de hausse globale de 0,63 à 1,02 m selon le scénario SSP5-8.5. Les projections varient toutefois de manière importante selon les scénarios étudiés.

Aussi, les données de la Figure 7 de ce rapport concernant la projection à la pointe Saint-Gildas, se basent sur le SSP5-8.5. Le GIEC-PL rappelle toutefois que ce scénario, selon les paramètres étudiés, ne constitue pas le scénario le plus probable, parce qu'il constitue un scénario extrême souvent utilisé pour tester la vulnérabilité dans un système dans le pire des cas. De même, les projections sur la pointe Saint-Gildas, présentées dans la Figure 7, s'appuient sur une trajectoire médiane et deux trajectoires aux extrêmes (matérialisées par les percentiles 05 et 95), qui permettent de rendre compte des évolutions possibles, à travers l'usage d'intervalles, selon les modèles à l'étude. Par ailleurs, cette projection repose sur la station de référence Saint-Gildas, à titre d'exemple, mais d'autres stations du territoire auraient pu être mobilisées.

PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES COMPLÉMENTAIRES

Le système climatique est un ensemble complexe constitué de cinq composantes principales : l'atmosphère, les surfaces continentales, l'hydros-

phère (océans, lacs, rivières, nappes d'eau souterraines...), la cryosphère (glaces, manteau neigeux) et la biosphère (l'ensemble des organismes vivants dans l'air, sur terre et dans les océans). Ces cinq composantes du système interagissent entre elles en échangeant eau, chaleur, mouvement et composés chimiques, ce qui constitue le climat. Le comportement du système climatique est influencé par des forçages, un terme qui désigne les perturbations dans l'équilibre énergétique de la Terre. Ces forçages modifient le bilan radiatif du système climatique, c'est-à-dire la différence entre l'énergie reçue en provenance du Soleil et l'énergie rayonnée par la Terre vers l'espace. Ils sont de deux types : naturels (notamment liés aux variations du rayonnement solaire et aux éruptions volcaniques) ou anthropiques (dus aux activités humaines). Il est scientifiquement admis que les changements climatiques sont liés aux forçages anthropiques. En effet, la pression exercée par l'Homme (combustion d'énergie fossile, modification de l'utilisation des sols, déforestation...) a entraîné une augmentation continue de la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, empêchant l'énergie solaire de repartir vers l'espace (effet de serre) et contribuant ainsi à réchauffer la surface terrestre et une partie de l'atmosphère

Pour connaître l'effet du réchauffement global sur les températures régionales, le GIEC des Pays de la Loire s'appuie sur les données de Météo France. Il compare l'écart des températures actuelles avec les valeurs observées sur une période de référence de trente ans (1961-1990), conformément aux règles imposées par l'Organisation mondiale de la météorologie (OMM). Ces

données s'appuient sur les relevés « météo » (516 stations dans les Pays de la Loire). À noter que cette période de référence n'est pas la même que celle utilisée dans les accords internationaux pour estimer le réchauffement global planétaire (1850-1900) et pour laquelle Météo France ne dispose pas de données régionales suffisamment fiables. En ce qui concerne les projections climatiques, d'autres références sont utilisées, plus récentes (1976-2005 ou 1991-2020). Le GIEC-PL attire l'attention du lecteur sur les différentes périodes de références, qui peuvent être source de mauvaise compréhension.

Pour modéliser le climat futur, le GIEC des Pays de la Loire s'appuie sur un jeu de données issu de l'ensemble Euro-CORDEX (DRIAS-2020).

Ces données intègrent trente modèles climatiques, dont le GIEC-PL a retenu la valeur médiane. Si dans les précédents rapports du GIEC-PL, deux scénarios d'évolution des GES avaient été pris en compte, sous le format RCP (« Representative Concentration Pathways », 5^e rapport du GIEC International) : RCP2.6 (scénario optimiste, qui permet d'atteindre un pic des émissions avant 2050) et RCP8.5 (scénario pessimiste où les émissions continuent d'augmenter au rythme actuel), cette présente note s'appuie sur un fonctionnement différent. En effet, les données présentées le sont uniquement sous le format RCP8.5 afin de donner un aperçu des conséquences potentielles des changements climatiques en Pays de la Loire si aucune mesure n'est engagée et que les émissions continuent de suivre une trajectoire similaire à la période actuelle.

Le GIEC-PL rappelle l'importance de concilier atténuation et adaptation, et d'engager des me-

sures permettant de réduire les émissions de GES, conformément aux préconisations formulées dans son second rapport. Il est important de préciser que les scénarios d'émissions ne suffisent pas à simuler l'évolution future du climat. Les modèles climatiques prennent également en compte les milieux (atmosphère, surface continentale, proximité de l'océan) et les échanges entre ces milieux.

Par ailleurs cette note fait référence à plusieurs horizons temporels : un horizon proche, autour de 2030 (2021-2050) ; un horizon moyen, autour de 2050 (2041-2070) ; un horizon lointain, à la fin du siècle (2071-2100). Ces différents marqueurs temporels étaient d'ailleurs ceux utilisés dans le cadre des deux premiers rapports du GIEC-PL. Dans cette note, les cartes et figures présentées s'appuient sur une projection à horizon 2050 et ce, pour plusieurs raisons. L'horizon moyen (2050) donne premièrement la possibilité de rendre compte des évolutions prévisionnelles d'ici 30 ans, ce qui correspond à une période stable et représentative, permettant de souligner l'évolution du climat pour un territoire considéré.

Par ailleurs, l'horizon 2050 est un référentiel s'articulant avec celui utilisé dans le cadre des stratégies, nationales et internationales, mises en place afin d'atteindre la neutralité carbone, à l'image de la Stratégie Nationale Bas Carbone. Cet horizon est aussi une référence permettant de rendre compte des impacts prévisionnels des changements climatiques, tout en proposant des mesures d'atténuation et d'adaptation visant à contre-carrer les effets des changements climatiques.

LA VULNÉRABILITÉ DU TERRITOIRE ET DES POPULATIONS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES :

Outre les projections climatiques, cette présente note s'appuie également sur les données de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR). Ces données ont notamment été mobilisées pour réaliser les cartes des Figures 8 et 9. Plus particulièrement, les données mobilisées proviennent :

- Soit des rapports régionaux sur la prévention des risques naturels par le Fonds de prévention des risques naturels majeurs, édition 2023 publiés en 2024, qui s'appuient sur les données consolidées de sinistralité historique jusqu'à 2019, sur des données concernant le FPRNM jusqu'à 2020 et sur des données de sinistralité modélisée issues de l'étude²²⁷ de 2018 des conséquences des changements climatiques sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050 ;
- Soit de données fournies récemment par CCR, lesquelles reposent sur les données consolidées de sinistralité historique jusqu'à 2021 et sur des données de sinistralité modélisée issues de l'étude²²⁸ de 2023 des conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050.

Les différentes sources mobilisées ont été mentionnées dans le rapport. Aussi, des écarts peuvent être constatés entre les données des rapports régionaux sur la prévention des risques et les données plus récentes fournies par CCR. Ce différentiel s'explique par la consolidation de données vis-à-vis de la si-

nistralité historique et la réalisation de simulations actualisées vis-à-vis de la sinistralité modélisée. Pour ce qui concerne l'historique, CCR s'appuie sur la sinistralité passée observée c'est-à-dire le coût consolidé des indemnisations versées au titre du régime des catastrophes naturelles, pour les biens de particuliers et les biens de professionnels, uniquement vis-à-vis des aléas pris en charge par le régime Cat Nat à savoir les inondations, les submersions marines, les sécheresses géotechniques, les séismes, les mouvements de terrain, les vents cycloniques et les avalanches.

Pour les projections de sinistralité, les données de CCR reposent quant à elles sur des travaux menés en collaboration avec Météo-France qui ont permis de modéliser le coût moyen annuel des dommages assurés à l'horizon 2050 (scénario RCP 8.5) sur l'ensemble de la métropole. Ces données reposent notamment sur le modèle climatique atmosphérique ARPEGE, configuré par Météo France selon les besoins exprimés par CCR.

Dans le but de garantir des études statistiques robustes, incluant un large panel d'événements dont des événements extrêmes rares, les simulations ont été mises en œuvre sur 400 années. Selon CCR, « la variabilité interne du climat est donnée par un forçage de la température de surface de la mer par des séries de 400 années issues des travaux du GIEC (IPCC). Le module de surface SURFEX assure la modélisation des échanges terre-atmosphère. Le pas de temps du modèle est de 10 minutes. L'archivage de plus de 80 paramètres d'intérêt est horaire sur un domaine prédéfini couvrant l'Europe et le nord de l'Afrique »²²⁹. Concernant plus précisément

les modèles d'aléa, pour la simulation de la sécheresse géotechnique, Météo-France a mis en œuvre son modèle hydrométéorologique SAFRAN-IS-BA-MODCOU (SIM2). Pour le modèle inondation, développé par CCR, il simule deux types d'aléas (le ruissellement et le débordement) à fine échelle afin de prendre en compte l'ensemble des phénomènes hydrologiques provoquant des dommages sur les biens assurés.

Au regard de la simulation de l'aléa submersion marine réalisée par CCR, celle-ci repose sur trois étapes. Premièrement, la simulation des niveaux d'eau au large, laquelle repose sur les champs de pression atmosphérique et des vitesses de vent issues du modèle ARPEGE-Climat, disponibles à un pas de temps de 3 h et à une résolution spatiale de 0.5°. Ces champs alimentent le modèle hydrodynamique Telemac-2D. Deuxièmement, l'estimation des niveaux d'eau en mer, une simulation des vagues, réalisée à partir du modèle Tomawac. Enfin, le modèle de débordement Lisflood est également utilisé dans un troisième temps afin de propager les quantités d'eau modélisées précédemment sur un modèle numérique de terrain. Ces données ont été mobilisées dans la Figure 9.

Ainsi, les modélisations climatiques proposées par CCR simulent les aléas de sécheresses, inondations, submersions marines et leur évolution prévisionnelle à horizon 2050, en intégrant l'impact des changements climatiques. A ces modélisations d'aléas s'ajoutent des modélisations de l'évolution des biens assurés en France. En effet, ces modélisations reposent sur une estimation du nombre de biens assurés à l'horizon 2050, leur répartition géographique et leurs valeurs assurés, pour les

biens des particuliers et professionnels. Cette note étant axée sur les vulnérabilités des populations, les projections retranscrites dans le cadre des cartes et infographies proposées s'appuient ici uniquement sur la sinistralité des particuliers, excepté l'aléa sécheresse pour lequel la distinction n'est pas possible (il s'agit donc d'une approche, tout sinistre confondu pour l'aléa précité.). Selon CCR, « le montant de ces dommages dépend à la fois de la présence d'enjeux assurés dans la zone (particuliers, agricoles, industriels, autres professionnels) et de la vulnérabilité de ces enjeux face à l'aléa considéré »²³⁰. Aussi, le modèle d'estimation des dommages de CCR dépend à la fois de la présence d'enjeux assurés dans la zone étudiée (particuliers, agricoles, industriels, autres professionnels) et de la vulnérabilité de ces enjeux face à l'aléa considéré. Ce modèle de dommages s'appuie sur une base de données comprenant d'une part l'information sur les enjeux assurés, et d'autre part la sinistralité historique ; en effet, cette sinistralité historique est utilisée pour calibrer le modèle de dommages, qui fait le lien entre l'aléa et la vulnérabilité des enjeux.

Les territoires à risque important d'inondation (TRI) sont définis notamment par l'Arrêté du 27 avril 2012 relatif aux critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation, pris en application de l'article R. 566-4 du code de l'environnement. Rapportées par la plateforme Géorisques (2020), ces données croisent les surfaces inondables avec les enjeux socio-économiques des territoires en question (nombre d'habitants, emplois...). Ces données ont été utilisées dans la Figure 3. Les données concernant le sur-aléa inondation y sont également renseignées.

Les données qui concernent l'aléa retrait gonflement des argiles proviennent du BRGM (2025), et ont notamment été mobilisées dans la Figure 5. Cette cartographie représente un zonage de la probabilité d'occurrence du phénomène de retrait-gonflement des terrains argileux à l'échelle des Pays de la Loire.

Le risque de feu de forêt, représenté notamment dans la Figure 6, et rapporté par la DREAL des Pays de la Loire dans l'Atlas régional des feux de forêt (2022) repose sur le croisement de trois indicateurs : l'aléa, qui combine la sensibilité des essences forestières, la probabilité de départ de feu et la pression climatique ; les enjeux, incluant à la fois les populations exposées, les infrastructures, les activités de gestion forestière, et les milieux naturels à préserver (biodiversité, patrimoine) ; la défendabilité du territoire, évaluée selon la capacité d'accès des secours et la disponibilité des points d'eau naturels ou artificiels. À partir de ce croisement, le risque est classé en trois niveaux : faible, moyen ou fort.

La vulnérabilité des territoires ligériens face au risque de submersion marine est représenté suite à l'évaluation du risque de submersion par rapport à des correspondances multiples (Chevillot-Miot, Mercier, 2014). Ces données ont été mobilisées dans la Figure 7.

Face aux différents risques précités, des dispositifs de prévention peuvent entrer en vigueur, à l'image des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN). Ce dispositif est notamment représenté dans la Figure 13 sur la base des données de la base GASPAR.

Concernant les données inhérentes aux populations, ce rapport s'appuie à la fois sur des données passées et des projections. Les données passées concernent notamment le taux de pauvreté monétaire par EPCI en 2020 (INSEE), mobilisées dans la Figure 10.

Les projections socio-démographiques inhérentes aux populations, et mobilisées notamment dans la Figure 11, proviennent quant à elles du modèle Omphale de l'INSEE. Ce modèle permet de projeter l'évolution de la population sur un territoire, à travers l'étude de trois composantes démographiques : les naissances, les décès et les migrations. Le modèle Omphale 2022 est utilisé pour réaliser des projections sur la période 2018-2070, sur toute zone géographique de plus de 50 000 habitants. Il fait appel aux populations par sexe et âge au 1^{er} janvier 2018, issues du recensement de la population.

Ces données de référence constituent des quotients, lesquels évoluent au regard de trois hypothèses : un scenario haut, un scenario central et un scenario bas. **Le GIEC-PL a fait le choix de retenir le scenario central afin de traduire une tendance moyenne de l'évolution de la population.** Selon l'INSEE : « Le scénario central décline localement les évolutions nationales basées sur l'observation du passé récent (hors pandémie de Covid-19) : un solde migratoire avec l'étranger de + 70 000 personnes par an à compter de 2021, une fécondité stable à partir de 2023 et des gains d'espérance de vie. Les autres scénarios se conçoivent comme des modulations appliquées aux dernières tendances observées, en modifiant l'hypothèse d'évolution d'une ou de plusieurs composantes. Les populations locales projetées sont calées sur les projections nationales».²³¹.

Dans le modèle Omphale de l'INSEE, chaque EPCI contenant au moins une commune dans les Pays de la Loire est intégré au territoire régional.

Les territoires d'étude ont été principalement définis sur la base des périmètres des SCoT, sauf lorsque les contraintes techniques du modèle Omphale (seuil de population minimum de 50 000 habitants) imposaient d'autres regroupements d'EPCI. Selon l'INSEE, les « seniors » correspondent aux personnes âgées de 65 ans ou plus.

Selon l'INSEE : « Les SCoT et EPCI pour lesquels le littoral est constitué de 8 territoires ;– les 12 territoires les plus dynamiques démographiquement ont une évolution annuelle moyenne de population supérieure ou égale à 1,1 % entre 2008 et 2013 ; ils sont situés à l'ouest de la région ;– les 12 territoires les moins dynamiques démographiquement ont une évolution annuelle moyenne de population inférieure à 0,5 % entre 2008 et 2013 ;– les territoires peu denses et à faible dynamique démographique ont une densité inférieure à 70 habitants par km², une évolution annuelle moyenne de population inférieure à 0,5 % entre 2008 et 2013 et inférieure à 0,3 % entre 2010 et 2015 ; ces 5 territoires sont situés aux frontières régionales ».

Concernant les projections de population et les évolutions des vagues de chaleur (Figure 11), les données permettent de mettre en perspective le nombre de jours de vague de chaleur sur le territoire ligérien à horizon 2050 (H2) dans un scénario d'émission élevé (RCP8.5), au regard de la part de personnes personnes fragiles estimée (par rapport à la population totale de la zone concernée) compte tenu du

critère de l'âge (enfants de 5 ans et moins et plus de 75 ans). Aussi, les autres paramètres de la fragilité des populations cités dans la note ne sont pas intégrés dans la Figure 11. Ces intervalles de fragilité liés à l'âge ont été établis sur la base de différents travaux scientifiques et études existantes^{232 233 234 235}. Le croisement graduel de ces données permet la définition de niveaux de vulnérabilité compte tenu de l'exposition et de la sensibilité des populations. Il est important de noter que le niveau minimal ne constitue en rien une situation sans risque, mais que l'occurrence du nombre de jours de vagues de chaleur, par rapport à une part importante de la population fragile sur un territoire, représente une vulnérabilité importante ●

DEGRÉS D'INCERTITUDE ET NIVEAUX DE CONFIANCE

De manière générale, les projections climatiques ont une part d'incertitude, de diverses origines, lesquelles peuvent s'amplifier à travers la réalisation de modélisations. Ainsi, il existe des incertitudes quant au choix des scénarios d'émission, ainsi qu'aux modélisations elles-mêmes, et à la variabilité naturelle du climat. Les modélisations et les projections climatiques permettent de donner une trajectoire d'évolution à long terme, laquelle est rattachée à un scénario d'émission. Les projections établies et sur lesquelles s'appuient ce présent rapport, ne constituent en rien des prévisions.

Les projections climatiques s'appuient sur des simulations numériques, lesquelles reposent sur des lois physiques. Dans ces modèles à grand échelle, les phénomènes à petite échelle (comme par exemple les nuages) sont très difficilement représentables. Ils sont donc décrits à travers des équations appelées paramétrisations. Ces modèles s'appuient notamment sur les variables suivantes : la température de l'atmosphère, l'eau qu'elle contient (vapeur, liquide et glace), les vents ; la température et la salinité de l'océan, ses courants ; l'état des sols recouvrant les continents (température, humidité, contenu en carbone, etc.), la végétation ou la neige qui

les recouvre, les lacs, le débit des fleuves ; la température, la salinité, l'étendue, l'épaisseur et la vitesse de déplacement de la banquise.

Ces variables sont ensuite calculées à partir d'une grille qui découpe les différentes zones de la Terre à travers un maillage horizontal et vertical, afin de permettre d'étudier ces phénomènes à des échelles plus fines. Cette retranscription de phénomènes à de plus petites échelles constitue une source d'incertitude importante.

Par ailleurs, certains phénomènes spécifiques, se produisent à des échelles de temps irrégulières, comme ceux d'El Nino et de la Nina. Ils participent ainsi aux variations climatiques observées aux échelles décennales. Cette incertitude climatique liée à la variabilité naturelle du climat est imprévisible au-delà des dix prochaines années²³⁶.

Dans ce rapport, le GIEC-PL fait état de projections pour lesquelles les niveaux de confiance sont considérés comme importants. En cas de fortes incertitudes, des indications sont renseignées en note de bas de page du document.

Sources des figures

> Figure 1. Le mécanisme des îlots de chaleur urbains

Météo France. (2024). *Qu'est ce que l'îlot de chaleur urbain ?* <https://meteofrance.com/le-changement-climatique/observer-le-changement-climatique/quest-ce-que-lilot-de-chaleur-urbain>

> Figure 2. Les îlots de chaleur urbains dans l'agglomération nantaise

AURAN. (2021). *Qu'est-ce qu'un îlot de chaleur urbain ?* <https://meteofrance.com/le-changement-climatique/observer-le-changement-climatique/quest-ce-que-lilot-de-chaleur-urbain>

> Figure 3. Les territoires à risque important d'inondation en Pays de la Loire

Géorisques. (2020). *Zonages Inondation - Rapportage 2020.* <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/zonages-inondation-rapportage-2020#:~:text=Ce%20jeu%20de%20donn%C3%A9es%20correspond%20aux%20Territoires%20C3%A0,mise%20C3%A0%20jour%20des%20donn%C3%A9es%20de%20rapportage%202013>

> Figure 4. L'aléa retraits-gonflements des argiles

UrbAlternatives. (2020). *L'aléa retrait-gonflement des argiles.* <https://urbanalternatives.fr/lalea-retrait-gonflement-des-argiles/>

Géorisques. (2022). *Dossier expert sur le retrait-gonflement des argiles.* <https://www.georisques.gouv.fr/consulter-les-dossiers-thematiques/retrait-gonflement-des-argiles>

> Figure 5. Les risques de retraits-gonflements des argiles en Pays de la Loire

BRGM. (2025). *Aléas retraits et gonflements des argiles en France métropolitaine (hors ville de Paris).* <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/aleas-retraits-et-gonflements-des-argiles-en-france-metropolitaine-hors-ville-de-paris/>

> Figure 6. Cartographie du risque d'incendie forestier sur le territoire régional

DREAL des Pays de la Loire. (2022). *Atlas régional du risque feux de forêt.* <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/feux-de-foret-en-pays-de-la-loire-atlas-regional-a5455.html>

> Figure 7. La vulnérabilité des communes ligériennes aux submersions marines

Chevillot-Miot E, Mercier D. (2014). *La vulnérabilité face au risque de submersion marine : exposition et sensibilité des communes littorales de la région Pays de la Loire.* <https://journals.openedition.org/vertigo/15110>

NASA. (s-d). *Sea level change.* <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

> Figure 8. Évaluation de la sinistralité des particuliers dans la région d'ici 2050

Caisse Centrale de Réassurance. (2025). *Modélisation de la sinistralité des particuliers en Pays de la Loire à l'horizon 2050.*

> Figure 9. Evaluation de la sinistralité des particuliers dans la région d'ici 2050 pour les aléas submersion, sécheresse et inondation

Caisse Centrale de Réassurance. (2025). *Modélisation de la sinistralité des particuliers en Pays de la Loire à l'horizon 2050.*

> Figure 10. Taux de pauvreté monétaire par EPCI en 2020

INSEE. (2023) *Projections Panorama de la pauvreté dans les Pays de la Loire : une diversité de situations individuelles et territoriales.* <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7677346?sommaire=7679646>

> Figure 11. Les populations fragiles face aux vagues de chaleur en 2050

Météo France. (s. d.-b). DRIAS, *Les futurs du climat.* <https://www.drias-climat.fr/>

INSEE. (2025). *Projections de population 2018-2070 en Pays de la Loire, par zone.*

> Figure 12. Monoparentalité et fragilités face aux risques climatiques

INSEE. (2022). *Regards sur la parité dans les Pays de la Loire.* <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6541377>

> Figure 13. La couverture des risques naturels par les plans de prévention en Pays de la Loire

Géorisques. (s. d.). *Procédures administratives relatives aux risques.* <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/procedures-administratives-relatives-aux-risques>

Bibliographie

¹ IPCC. (2022). Summary for Policymakers. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf

^{2,3} Institut Montaigne. (2025). Baromètre des territoires : Pays de la Loire. <https://www.institutmontaigne.org/ressources/pdfs/publications/barometre-des-territoires-2025-pays-de-la-loire.pdf>

⁴ ADEME. (2025). Représentations sociales du changement climatique : 25ème vague. <https://librairie.ademe.fr/societe-et-politiques-publiques/7728-les-representations-sociales-du-changement-climatique-25eme-vague-du-barometre.html>

^{5,6} Haut Conseil pour le Climat. (2021). Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation. https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/06/HCC_rapport-annuel_0821.pdf

⁷ IPCC. (2022). Summary for Policymakers. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf

⁸ IPCC. (2022a). Chapter 1 : Point of Departure and Key Concepts. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter01.pdf

⁹ Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>

¹⁰ Haut Conseil pour le Climat. (2021). Renforcer l'atténuation, engager l'adaptation. https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2021/06/HCC_rapport-annuel_0821.pdf

¹¹ Economia Humana. (2025). La redirection écologique. https://archipel.uqam.ca/18702/1/OEHN2_digital_Edito.pdf

¹² Veltz, P. (2022). Bifurcation écologique et économie désirable. Futuribles, 447, 5 à 20. <https://shs.cairn.info/revue-futuribles-2022-2-page-5?lang=fr&tab=resume>

¹³ Simonet-Umana, G. (2024). Les infrastructures critiques au défi de l'adaptation aux changements climatiques. <https://www.caissedesdepots.fr/blog/article/les-infrastructures-critiques-au-defi-de-ladaptation#:~:text=Face%20aux%20changements%20climatiques%2C%20une%20infrastructure%20critique%20d%C3%A9signe,%C3%A9conomiques%20%C3%A0%20l%E2%80%99%C3%A9chelle%20d%E2%80%99un%20territoire%20ou%20d%E2%80%99une%20entreprise>

¹⁴ K. Magnan, A., Duvat, V., & Garnier, E. (2012). Reconstituer les « trajectoires de vulnérabilité » pour penser différemment l'adaptation au changement climatique. Natures Sciences Sociétés. <https://stm.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2012-1-page-82?lang=fr>

¹⁵ IPCC. (2022a). Chapter 1 : Point of Departure and Key Concepts. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter01.pdf

¹⁶ Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>

^{17, 18} IPCC. (2022a). Chapter 1 : Point of Departure and Key Concepts. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter01.pdf

¹⁹ Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>

²⁰ IPCC. (2022a). Chapter 1 : Point of Departure and Key Concepts. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter01.pdf

²¹ Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>

²² Explaining Differential Vulnerability to climate Change : A social Science review. (2019). National Library Of Medicine. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31007726/>

²³ Quenault, B. (2014). La résurgence/convergence du triptyque « catastrophe-résilience-adaptation » pour (re)penser la « fabrique urbaine » face aux risques climatiques. Développement Durable des Territoires. <https://journals.openedition.org/developpement-durable/10683#quotation>

²⁴ Simonet, G. (2009). Le concept d'adaptation : polysémie interdisciplinaire et implication pour les changements climatiques. Nature Sciences Sociétés, 392 à 401. <https://stm.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2009-4-page-392?lang=fr>

²⁵ Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>

²⁶Cros, S., Drobinski, P., Giraudeau, L.-G., & Meulemans, J. (2025). The comparative influence of climate change and demography in spatially distributed degree-day projections for France in the 21st century. Climate Services, 37. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880724000943>

²⁷Météo France. (s. d.). ClimatHD : le climat passé et futur en France – Une application de Météo-France. <http://www.meteo.fr/meteonet/temps/clim/ClimatHD/menu.html?periode=PASSE&domaine=FRA>

^{28, 29, 30, 31}Météo France. (s. d.). DRIAS, Les futurs du climat. <https://www.drias-climat.fr/>

³²Tableau de bord éco des Pays de la Loire. (2025). Répartition de la population | Tableau de bord économique des Pays de la Loire. Tableau de Bord Économique des Pays de la Loire. <https://www.paysdelaloire-eco.fr/ressources-analyses/demographie/repartition/>

³³Lebaut, S., Hassani, N., & Drogues, G. (2021). Mesure et détection des îlots de chaleur et de fraîcheur en milieu tempéré semi-continentale. HAL Open Science. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03465195/document>

³⁴AURAN. (2023). Qu'est-ce qu'un îlot de chaleur ? <https://www.auran.org/autre-publication/quest-ce-quun-ilot-de-chaleur/>

³⁵AURAN. (2022). 40°C à l'ombre : faut-il craindre de vivre dans un climat plus chaud ? <https://www.auran.org/syntheses/40c-a-lombre-faut-il-craindre-de-vivre-dans-un-climat-plus-chaud-les-syntheses-de-lauran-58/>

³⁶Lebaut, S., Hassani, N., & Drogues, G. (2021). Mesure et détection des îlots de chaleur et de fraîcheur en milieu tempéré semi-continentale. HAL Open Science. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03465195/document>

^{37, 38}Cerema. (2017). Ilots de chaleur : agir dans les territoires pour adapter les villes au changement climatique. <https://www.cerema.fr/fr/actualites/ilots-chaleur-agir-territoires-adapter-villes-au-changement>

^{39, 40, 41, 42}AURAN. (2022). 40°C à l'ombre : faut-il craindre de vivre dans un climat plus chaud ? <https://www.auran.org/syntheses/40c-a-lombre-faut-il-craindre-de-vivre-dans-un-climat-plus-chaud-les-syntheses-de-lauran-58/>

⁴³Pascal, M., Laaidi, K., & Beaudeau, P. (2021). Intérêt des espaces verts et ombragés dans la prévention des impacts sanitaires de la chaleur et de la pollution de l'air en zones urbaines. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-03447532/document>

⁴⁴ADEME. (2023). La pollution de l'air. <https://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/pollution-lair>

⁴⁵Quenault, B., Pigeon, P., Bertrand, F., & Blond, N. (2017). Vulnérabilités et résilience au changement climatique en milieu urbain : vers de nouvelles stratégies de développement urbain durable ? HAL Open Science. <https://univ-tours.hal.science/hal-01485926/document>

^{46, 47}Air Pays de la Loire. (2023). Rapport annuel 2023. https://www.airpl.org/sites/default/files/reports/BD-APL_RapportAnnuel-2023.pdf

⁴⁸Météo France. (s. d.). DRIAS, Les futurs du climat. <https://www.drias-climat.fr/>

⁴⁹IGN. (2022). Inventaire forestier - résultats départementaux. <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique251>

⁵⁰DREAL Pays de la Loire. (2025). Territoires à risque important d'inondation en Pays de la Loire. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/tri-territoires-a-risque-important-dinondation-en-pays-de-la-loire/>

^{51, 52, 53}Géorisques. (2020). Zonages Inondation - Rapportage 2020. <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/zonages-inondation-rapportage-2020#:~:text=Ce%20jeu%20de%20donn%C3%A9es%20correspond%20aux%20Territoires%20%C3%A0,mise%20%C3%A0%20jour%20des%20donn%C3%A9es%20de%20rapportage%202013>

⁵⁴Arrêté du 27 avril 2012 relatif aux critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation, pris en application de l'article R. 566-4 du code de l'environnement

⁵⁵Géorisques. (2020). Zonages Inondation - Rapportage 2020. <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/zonages-inondation-rapportage-2020#:~:text=Ce%20jeu%20de%20donn%C3%A9es%20correspond%20aux%20Territoires%20%C3%A0,mise%20%C3%A0%20jour%20des%20donn%C3%A9es%20de%20rapportage%202013>

⁵⁶Ministère de la Transition Écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche. (2023). Inondation : à quoi s'attendre et comment s'adapter ? Centre de Ressources Pour L'adaptation Au Changement Climatique. <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/dossiers-thematiques/impacts/inondation>

^{57, 58}Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2025). Sinistralité moyenne historique et modélisée à 2050 par EPCI.

⁵⁹Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2020). La prévention des catastrophes naturelles par le fonds de prévention des risques naturels majeurs : éléments d'éclairage pour la région Pays de la Loire. Bilan 1995-2019. <https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/543490/Rapport+r%C3%A9gional+Pays+de+la+Loire.pdf/6deecf9f-285a-033a-b718-85e803bc738e?t=1612803258307>

⁶⁰Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2025). Sinistralité moyenne historique et modélisée à 2050 par EPCI.

⁶¹Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2020). La prévention des catastrophes naturelles par le fonds de prévention des risques naturels majeurs : éléments d'éclairage pour la région Pays de la Loire. Bilan 1995-2019. <https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/543490/Rapport+r%C3%A9gional+Pays+de+la+Loire.pdf/6deecf9f-285a-033a-b718-85e803bc738e?t=1612803258307>

^{62, 63, 64, 65, 66}Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2025). Sinistralité moyenne historique et modélisée à 2050 par EPCI.

⁶⁷ Géorisques. (s. d.). L'aléa retrait-gonflement des argiles. <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/retrait-gonflement-des-argiles>

^{68, 69} Géorisques. (s. d.-a). Dossier expert sur le retrait-gonflement des argiles : s'informer pour mieux se protéger. <https://www.georisques.gouv.fr/consulter-les-dossiers-thematiques/retrait-gonflement-des-argiles>

⁷⁰ Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2024). La prévention des catastrophes naturelles par le fonds de prévention des risques naturels majeurs : éléments d'éclairage en Pays de la Loire. https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/1306878/20240119_Rapport-region-PAYS%20DE%20LOIRE_HD.pdf/d24c6613-7947-ed63-6f2c-5742e9af56b4?t=1706027000843

⁷¹ Région Pays de la Loire. (2021). Programme régional de la forêt et du bois. https://draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/PRFB_PdL_VersionFinale_bon_logo_cle4d6751.pdf

⁷² IGN. (2022). Inventaire forestier - résultats départementaux. <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique251>

^{73, 74} DREAL des Pays de la Loire. (2022). Atlas régional du risque feux de forêt. <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/feux-de-foret-en-pays-de-la-loire-atlas-regional-a5455.html>

⁷⁵ Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique. (2023). Feux de forêt : à quoi s'attendre et comment s'adapter ? <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/dossiers-thematiques/impacts/feux-de-foret#:~:text=Aquitaine%2C%20Ile-de-France%2C%20Bretagne%E2%80%A6%20plus%20aucune%20%C3%A9gion%20en%20France,Le%20point%20sur%20les%20constats%20et%20possibilit%C3%A9s%20d%E2%80%99action>

⁷⁶ Météo France. (s. d.-b). DRIAS, Les futurs du climat. <https://www.drias-climat.fr/>

^{77, 78} DREAL des Pays de la Loire. (2022). Atlas régional du risque feux de forêt. <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/feux-de-foret-en-pays-de-la-loire-atlas-regional-a5455.html>

⁷⁹ REFMAR. (2024). Haute du niveau de la mer : rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique. <https://refmar.shom.fr/actualites/rapport-2022-giec>

⁸⁰ Cerema. (2022). Élevation du niveau de la mer. GéoLittoral : Le Portail de la Planification de la Mer et du Littoral. <https://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/elevation-du-niveau-de-la-mer-a1439.html>

⁸¹ Ministère de la Transition Écologique, de la biodiversité, de la forêt, de la mer et de la pêche. (2023). Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC). <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/trajetoire-rechauffement-reference-ladaptation-changement-climatique-tracc>

⁸² NASA. (s-d). Sea level change. <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

^{83, 84} Audère, M., & Robin, M. (2021). Assessment of the vulnerability of sandy coasts to erosion (short and medium term) for coastal risk mapping (Vendée, W France). Ocean & Coastal Management, 201. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569120303598>

⁸⁵ Chambre régionale des Comptes des Pays de la Loire. (2024). La gestion du trait de côte dans les Pays de la Loire : Mieux anticiper les risques et renforcer les stratégies. https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2024-05/ROD-2024-213-Rapport_th--matique_r-gional_GTC.pdf

⁸⁶ Audère, M., & Robin, M. (2021). Assessment of the vulnerability of sandy coasts to erosion (short and medium term) for coastal risk mapping (Vendée, W France). Ocean & Coastal Management, 201. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569120303598>

⁸⁷ DREAL des Pays de la Loire. (2021). Les submersions marines. <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-submersions-marines-a4447.html>

⁸⁸ Chambre régionale des Comptes des Pays de la Loire. (2024). La gestion du trait de côte dans les Pays de la Loire : Mieux anticiper les risques et renforcer les stratégies. https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2024-05/ROD-2024-213-Rapport_th--matique_r-gional_GTC.pdf

⁸⁹ Noirmoutier-en-l'Île. Trois nouvelles portes anti-submersion pour protéger l'île. (2022). Ouest France. <https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/noirmoutier-en-lile-85330/noirmoutier-en-lile-trois-nouvelles-portes-anti-submersion-pour-protéger-l-île-58722c5c-4f28-11ed-957a-c1ac45afd316>

⁹⁰ ARS & INVS. (2011). Bilan de la surveillance des conséquences psychologiques et sanitaires de la tempête Xynthia dans le sud-ouest de la Vendée en 2010. https://www.researchgate.net/publication/267449891_Bilan_de_la_surveillance_des_consequences_psychologiques_et_sanitaires_de_la_tempete_Xynthia_dans_le_sud-ouest_de_la_Vendee_en_2010

^{91, 92} Sénat. (2011). Xynthia : les leçons d'une catastrophe (rapport d'étape). <https://www.senat.fr/rap/09-554/r09-554.html>

⁹³ ARS & INVS. (2011). Bilan de la surveillance des conséquences psychologiques et sanitaires de la tempête Xynthia dans le sud-ouest de la Vendée en 2010. https://www.researchgate.net/publication/267449891_Bilan_de_la_surveillance_des_consequences_psychologiques_et_sanitaires_de_la_tempete_Xynthia_dans_le_sud-ouest_de_la_Vendee_en_2010

⁹⁴ Banque des Territoires - Caisse des Dépôts. (2020). Banque des territoires. 2020. Prévention des risques naturels : Dix ans après la tempête Xynthia, de nouvelles mesures en préparation. <https://www.banquedesterritoires.fr/prevention-des-risques-naturels-dix-ans-apres-la-tempete-xynthia-de-nouvelles-mesures-en>

- ⁹⁵ Cortés Arbués, I., Chatzivassileiadis, T., Ivanova, O., Storm, S., Bosello, F., & Filatova, T. (2024). Distribution of economic damages due to climate-driven sea-level rise across European regions and sectors. *Scientific Reports*. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-48136-y>
- ⁹⁶ Cerema. (2024). Projection du trait de côte et analyse des enjeux au niveau national - Horizons 2050 et 2100. <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/597431/projection-du-trait-de-cote-et-analyse-des-enjeux-au-niveau-national-horizons-2050-et-2100>
- ⁹⁷ Banque des Territoires - Caisse des Dépôts. (2020). Banque des territoires. 2020. Prévention des risques naturels : Dix ans après la tempête Xynthia, de nouvelles mesures en préparation. <https://www.banquedesterritoires.fr/prevention-des-risques-naturels-dix-ans-apres-la-tempete-xynthia-de-nouvelles-mesures-en>
- ⁹⁸ Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2024). La prévention des catastrophes naturelles par le fonds de prévention des risques naturels majeurs : éléments d'éclairage en Pays de la Loire. https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/1306878/20240119_Rapport-region-PAYS%20DE%20LOIRE_HD.pdf/d24c6613-7947-ed63-6f2c-5742e9af56b4?t=1706027000843
- ⁹⁹ Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2025). Sinistralité moyenne historique et modélisée à 2050 par EPCI.
- ¹⁰⁰ Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2020). La prévention des catastrophes naturelles par le fonds de prévention des risques naturels majeurs : éléments d'éclairage pour la région Pays de la Loire. Bilan 1995-2019. <https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/543490/Rapport+r%C3%A9gional+Pays+de+la+Loire.pdf/6deecf9f-285a-033a-b718-85e803bc738e?t=1612803258307>
- ¹⁰¹ Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2024). La prévention des catastrophes naturelles par le fonds de prévention des risques naturels majeurs : éléments d'éclairage en Pays de la Loire. https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/1306878/20240119_Rapport-region-PAYS%20DE%20LOIRE_HD.pdf/d24c6613-7947-ed63-6f2c-5742e9af56b4?t=1706027000843
- ¹⁰² Van Gameren, V., Weikmans, R., & Zaccai, E. (2014). L'adaptation au changement climatique. Repères. <https://shs.cairn.info/l-adaptation-au-changement-climatique--9782707174697?lang=fr>
- ¹⁰³ Magnan, A. (2013). Changement climatique : tous vulnérables ? OpenEdition Books. <https://books.openedition.org/editionsulm/13354>
- ^{104, 105, 106} INSEE. (2023). Panorama de la pauvreté dans les pays de la Loire : une diversité de situations individuelles et territoriales. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7677346>
- ¹⁰⁷ INSEE. (2015). Situation récente des immigrés dans la région.
- ^{108, 109, 110, 111} INSEE. (2023). Panorama de la pauvreté dans les pays de la Loire : une diversité de situations individuelles et territoriales. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/7677346>
- ¹¹² INSEE. (2024). Logement : un ménage ligérien sur six confronté à la vulnérabilité énergétique. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/8342761>
- ¹¹³ INSEE. (2021). Revenus et patrimoine des ménages. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5371269?-sommatoire=5371304#:~:text=Les%2025%20%25%20des%20m%C3%A9nages%20les%20plus%20modestes.m%C3%A9nages%20les%20plus%20ais%C3%A9s%20%28majoritairement%20propri%C3%A9taires%20non%20acc%C3%A9dants%29>
- ^{114, 115} INSEE. (2024). Le boom immobilier freiné par la montée des taux en 2022. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/8295036?contineue>
- ¹¹⁶ K. Magnan, A., Duvat, V., & Garnier, E. (2012). Reconstituer les « trajectoires de vulnérabilité » pour penser différemment l'adaptation au changement climatique. *Natures Sciences Sociétés*. <https://stm.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2012-1-page-82?lang=fr>
- ¹¹⁷ Croix Rouge Française. (2024). Evènements climatiques extrêmes : sommes-nous prêts à l'inévitable ? https://assets.ctfassets.net/ks-b78y40v1oe/2F2Ecfn40uoHGHkklQbkM4/be907ed67c06152a7cb-6b445b33c2e71/Rapport_r_silence_2024_-Ev_nements_climatiques_extr_mes.pdf
- ¹¹⁸ France Stratégie. (2023). Le travail à l'épreuve du changement climatique. https://www.strategie.gouv.fr/files/files/Publications/Rapport/fs-2023-na123-adaptation_changement_climatique-juin_2.pdf
- ¹¹⁹ Lopez-Bueno, J.-A., Diaz, J., Sanchez-Guevara, C., Sanchez-Martinez, G., Franco, M., Gullon, P., Nunez-Peiro, M., Valero, I., & Linares, C. (2020). The impact of heat waves on daily mortality in districts in Madrid : The effect of sociodemographic factors. *Environmental Research*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935120308902>
- ¹²⁰ Duarte Rocha, A., Vulova, S., Forster, M., & Gioli, B. (2024). Unprivileged groups are less served by green cooling services in major European urban areas. *Nature Cities*. https://www.researchgate.net/publication/380797022_Unprivileged_groups_are_less_served_by_green_cooling_services_in_major_European_urban_areas
- ¹²¹ Pirard, P. (2005). Summary of the mortality impact assessment of the 2003 heat wave in France. *Euro Surveillance*, 10, 153 156. <https://inserm.hal.science/inserm-00665842>

- ¹²² Fondation Abbé Pierre. (2023). Précarité énergétique d'été : une nouvelle forme de mal-logement. <https://www.precarite-energie.org/wp-content/uploads/2023/07/brochure-precarite-energie-ete-fap.pdf>
- ¹²³ Santé Publique France. (2003). Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003. Rapport d'étape, 29 août 2003. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/documents/rapport-synthese/impact-sanitaire-de-la-vague-de-chaleur-en-france-survenue-en-aout-2003-rapport-d-etape-29-aout-2003>
- ¹²⁴ Santé Publique France. (2023). Estimation de fraction de mortalité attribuable à l'exposition de la population générale à la chaleur en France Métropolitaine. <https://www.santepublique-france.fr/determinants-de-sante/climat/fortes-chaleurs-canicule/documents/rapport-synthese/estimation-de-la-fraction-de-la-mortalite-attribuable-a-l-exposition-de-la-population-generale-a-la-chaleur-en-france-metropolitaine.-application-a#:~:text=Ce%20rapport%20pr%C3%A9sente%20une%20m%C3%A9thode%20permarrant%20de%20quantifier%2C,mortalit%C3%A9%20toutes%20causes%20durant%20les%20p%C3%A9riodes%20de%20canicule>
- ¹²⁵ Santé Publique France. (2025). Chaleur et santé dans les Pays de la Loire. Bilan de l'été 2024. <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/pays-de-la-loire/documents/bulletin-regional/2025/chaleur-et-sante-dans-les-pays-de-la-loire.-bilan-de-l-ete-2024#:~:text=L%E2%80%99%C3%A9t%C3%A9%202024%20a%20%C3%A9t%C3%A9%20plus%20chaud%20que%20la,le%20plus%20chaud%20depuis%201900%20%C2%0d%E2%80%99apr%C3%A8s%20M%C3%A9t%C3%A9%20France>
- ¹²⁶ European Environment Agency. (2019). Unequal exposure and unequal impacts : social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/unequal-exposure-and-unequal-impacts>
- ¹²⁷ Conseil Départemental de la Loire-Atlantique. (s-d). Les dynamiques démographiques du littoral de Loire-Atlantique. https://www.loire-atlantique.fr/44/tout-savoir-sur/les-dynamiques-demographiques-du-littoral-de-loire-atlantique/c_1376811
- ¹²⁸ Gérontopôle des Pays de la Loire. (2025). Transition écologique et démographique : défis et perspectives. <https://www.gerontopole-paysdelaloire.fr/recrutement/nos-publications/transition-ecologique-et-demographique-defis-et-perspectives>
- ¹²⁹ UNICEF. (2020). La crise climatique est une crise des droits de l'enfant. <https://www.unicef.be/sites/default/files/2021-08/Climat%20FR.pdf>
- ¹³⁰ European Environment Agency. (2019). Unequal exposure and unequal impacts : social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/unequal-exposure-and-unequal-impacts>
- ¹³¹ UNICEF. (2020). La crise climatique est une crise des droits de l'enfant. <https://www.unicef.be/sites/default/files/2021-08/Climat%20FR.pdf>
- ¹³² INSEE. (2024c). Statistiques locales départementales. <https://statistiques-locales.insee.fr/#c=home>
- ¹³³ Schwela, D. (2022). Climate Change, Vulnerability, and Older People. Springer Nature Link, 1022 1028. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-030-22009-9_466
- ^{134, 233} Harrington, L. J., & E.L.Otto, F. (2023). Underestimated climate risks from population ageing. Climate And Atmospheric Science. <https://www.nature.com/articles/s41612-023-00398-z>
- ^{135, 234} Cour des Comptes. (2024). La protection de la santé des personnes vulnérables face aux vagues de chaleur. <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2024-03/20240312-RPA-2024-EN-PA-protection-sante-personnes-vulnerables.pdf#:~:text=Aussi%20la%20Cour%20des%20comptes%20a-t-elle%20examin%C3%A9%20>
- ¹³⁶ R.Vautard, C.Barnes, S.Philip, S.Kew, I.Pinto, (2024). Heat extremes linearly shift with global warming, with frequency doubling per decade since 1979. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ad63be/pdf>
- ^{137, 138} INSEE. (2017). À l'horizon 2050, plus d'un quart de personnes âgées de 65 ans ou plus dans les Pays de la Loire. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2868681#:~:text=La%20population%20vieillirait%20%3A%20en%202050%2C%20les%20personnes,population%20en%20Loire-Atlantique%20et%2036%20%25%20en%20Vend%C3%A9e>
- ¹³⁹ Haut Conseil pour le Climat. (2024). Tenir le cap de la décarbonation, protéger la population. <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2024-tenir-le-cap-de-la-decarbonation-proteger-la-population/>
- ¹⁴⁰ Brevet 2019 : report des épreuves écrites aux 1er et 2 juillet ! - CIDJ. (s. d.). <https://www.cidj.com/s-orienter/au-college/brevet-2019-report-des-epreuves-ecrites-aux-1er-et-2-juillet#:~:text=Initialement%20pr%C3%A9sente%20vues%20les%20jeudi%2027%20et%20vendredi%2028,France%20m%C3%A9t%C3%A9%20tropolitaine%2C%20%C3%A9t%C3%A9%20Mayotte%20et%20%C3%A9t%C3%A9%20la%20R%C3%A9union>
- ¹⁴¹ Eco Act. (2023). Vulnérabilité des écoles aux changements climatiques : quels besoins d'adaptation dans les territoires ? <https://eco-act.com/fr/blog/cole-changement-climatique/>
- ¹⁴² Ballester, J., Quijal-Zamorano, M., Méndez Turrubiates, R.F. et al. (2023). Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. <https://www.nature.com/articles/s41591-023-02419-z>

- ^{143, 144} Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>
- ¹⁴⁵ INSEE. (2022). Revenu des femmes : des inégalités persistantes.
- ¹⁴⁶ INSEE. (2022). Regards sur la parité dans les Pays de la Loire. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6541377>
- ¹⁴⁷ Grand Lyon Métropole. (2020). Enquête sur les pratiques et les représentations des habitants pendant les périodes de fortes chaleurs. https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/environnement/2020_barometre-fortes-chaleur.pdf
- ¹⁴⁸ Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>
- ¹⁴⁹ Rufat, S. (2017). Comment analyser la vulnérabilité aux inondations ? Approches quantitatives, qualitatives, francophones et anglophones. Annales de Géographie, 287 312. <https://shs.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2017-3-page-287?lang=fr>
- ¹⁵⁰ Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation. (s. d.). Sensibiliser les populations exposées au risque d'inondation : Comprendre les mécanismes du changement de la perception et du comportement. https://www.cepri.net/tl_files/pdf/guide%20sensibilisation.pdf
- ¹⁵¹ Becerra, S., Peltier, A., Antoine, J.-M., Labat, D., Chorda, J., Ribolzi, O., Daupras, F., & Dartus, D. (2014). Comprendre les comportements face à un risque modéré d'inondation. Etude de cas dans le périurbain toulousain (Sud-Ouest de la France). HAL Open Science. https://hal.science/hal-01064466/file/becerra_10424.pdf
- ¹⁵² Etner, J. (2010). Comment comprendre les comportements face à l'évolution des risques ? Une approche par les modèles de décision. Humanisme et Entreprise. <https://shs.cairn.info/revue-humanisme-et-entreprise-2011-1-page-13?lang=fr>
- ^{153, 154, 155, 156, 157} Les personnes handicapées face au changement climatique. (2023). Handicap International. <https://www.handicap-international.fr/fr/actualites/les-personnes-handicapées-face-au-changement-climatique>
- ¹⁵⁸ La Région s'engage pour le handicap | Région Pays de la Loire. (s. d.). Région Pays de la Loire. <https://www.paysdelaloire.fr/mon-conseil-regional/les-missions-regionales/les-grands-projets/la-region-sengage-pour-le-handicap>
- ¹⁵⁹ Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., & Berry, H. (2018). The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change : shaping the health of nations for centuries to come. The Lancet. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)32594-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)32594-7/fulltext)
- ¹⁶⁰ Hawkins, R. (2022). Debate : Inequalities within understanding of Eco Distress. National Library Of Medicine. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34894054/>
- ¹⁶¹ Coffey, Y., Bhullar, N., Durkin, J., Islam, M. S., & Usher, K. (2021). Understanding Eco-anxiety : A Systematic Scoping Review of Current Literature and Identified Knowledge Gaps. The Journal Of Climate Change And Health. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667278221000444>
- ¹⁶² Gallo, E., Quijal-Zamorano, M., Fernando Mendez Turrubiates, R., Tonne, C., Besagana, X., Achebak, H., & Ballester, J. (2024). Heat-related mortality in Europe during 2023 and the role of adaptation in protecting health. Dans Nature Medicine. <https://www.nature.com/articles/s41591-024-03186-1>
- ¹⁶³ Santé Publique France. (2024). Canicule et santé en Pays de la Loire. Bulletin de santé publique, bilan de l'été 2023. <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/pays-de-la-loire/documents/bulletin-regional/2024/canicule-et-sante-en-pays-de-la-loire.-bulletin-de-sante-publique-bilan-de-l-ete-2023>
- ¹⁶⁴ Santé Publique France. (2025). Chaleur et santé dans les Pays de la Loire. Bilan de l'été 2024. <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/pays-de-la-loire/documents/bulletin-regional/2025/chaleur-et-sante-dans-les-pays-de-la-loire.-bilan-de-l-ete-2024#:~:text=L%E2%80%99C3%A9t%C3%A9%202024%20a%20%C3%A9t%C3%A9%20plus%20chaud%20que%20la,le%20plus%20chaud%20depuis%201900%2C%20d%E2%80%99apr%C3%A8s%20M%C3%A9t%C3%A9%20France>
- ¹⁶⁵ Garcia-Leon, D., Masselot, P., N Mistry, M., Gasparini, A., Motta, C., & Feyen, L. (2024). Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions : a modelling study. The Lancet Public Health. [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PlIIS2468-2667\(24\)00179-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PlIIS2468-2667(24)00179-8/fulltext)
- ¹⁶⁶ Société de Pneumologie de Langue Française. (2021). Changement climatique et infections respiratoires. <https://splf.fr/changement-climatique-et-infections-respiratoires-2/>
- ¹⁶⁷ Garcia-Leon, D., Masselot, P., N Mistry, M., Gasparini, A., Motta, C., & Feyen, L. (2024). Temperature-related mortality burden and projected change in 1368 European regions : a modelling study. The Lancet Public Health. [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PlIIS2468-2667\(24\)00179-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PlIIS2468-2667(24)00179-8/fulltext)
- ^{168, 169} ATMO. (2025). Les conséquences du changement climatique sur la santé. <https://www.atmo-bfc.org/les-consequences-du-changement-climatique-sur-la-sante#:~:text=Canicules%2C%20pollution%20de%20l%E2%80%99air%2C%20maladies%20infectieuses%2C%20troubles%20cardiovasculaires%2C,hu-maine%2C%20particuli%C3%A8rement%20pour%20les%20popula-tions%20les%20plus%20vuln%C3%A9rables>
- ¹⁷⁰ Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., & Berry, H. (2018). The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change : shaping the health of nations for centuries to come. The Lancet. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)32594-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)32594-7/fulltext)

- ^{171, 172, 173} Magnan, A. (2013). Changement climatique : tous vulnérables ? OpenEdition Books. <https://books.openedition.org/editionsulm/13354>
- ¹⁷⁴ Molina, G., Hureau, L., & Lamberts, C. (2023). Les citadins face aux fortes chaleurs : vulnérabilités, vécus habitants, santé et adaptations. HAL Open Science. <https://hal.science/hal-04384495>
- ¹⁷⁵ Poiraud, N., & Chauveau, E. (2021). Vulnérabilité des habitations face à l'aléa de submersion marine en baie de Bourgneuf (Loire-Atlantique – Vendée). Revue Annuelle de L'Institut de Géographie et D'Aménagement de Nantes Université (IGARUN). <https://chiers-nantais.fr/index.php?id=1398>
- ¹⁷⁶ Conséquences - IFOP. (2023). 76 % des Français inquiets des conséquences du changement climatique en été. https://consequences-france.org/wp-content/uploads/2023/06/CP_national_06062023.pdf
- ¹⁷⁷ France désemparée en quête de tranquillité. (2025). Dans Institut Montaigne. <https://www.institutmontaigne.org/publications/barometre-des-territoires-2025-france-desemparee-en-quete-de-tranquillite>
- ^{178, 179} Institut Montaigne. (2025). Baromètre des territoires : Pays de la Loire. <https://www.institutmontaigne.org/ressources/pdfs/publications/barometre-des-territoires-2025-pays-de-la-loire.pdf>
- ^{180, 181} Pihkala, P. (s. d.). Anxiety and the Ecological Crisis : An Analysis of Eco-Anxiety and Climate Anxiety. Helsinki Institute Of Sustainability Science. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/19/7836>
- ¹⁸² Guillard, M., Fleury-Bahi, G., & Navarro, O. (2021). Encouraging individuals to adapt to climate change : relations between coping strategies and psychological distance. MDPI. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/992>
- ¹⁸³ Chauveau, E., Pottier, P., Chadenas, C., Mercier, D., Pourinet, L., Feuillet, T., Comentale, B., & Blanloel, A. (2011). La catastrophe Xynthia : un processus d'urbanisation littorale face à un fait de nature. Cahiers Nantais. https://www.researchgate.net/publication/278406862_La_catastrophe_Xynthia_un_processus_d'urbanisation_littorale_face_a_un_fait_de_nature
- ¹⁸⁴ Cour des Comptes. (2023). La gestion publique des risques : mieux coordonner les actions, faire émerger une vision d'ensemble. <https://www.ccomptes.fr/system/files/2023-06/20230609-reponses-Gestion-publique-des-risques.pdf>
- ¹⁸⁵ Lefranc, S., & Gensburger, S. (2023). La mémoire collective en question(s). HAL Open Science. https://sciencespo.hal.science/hal-04363992/file/2022_la-memoire-collective-en-question.pdf
- ¹⁸⁶ Reghezza-Zitt, M., & Rufat, S. (2015). Résiliences : sociétés et territoires face à l'incertitude, aux risques et aux catastrophes. HAL. <https://hal.science/hal-02946479>
- ¹⁸⁷ Lits, M., Lits, G., & Lits, B. (2017). Le journalisme sous l'emprise de la catastrophe. Communication. <https://journals.openedition.org/communication/7329>
- ¹⁸⁸ Cour des Comptes. (2023). La gestion publique des risques : mieux coordonner les actions, faire émerger une vision d'ensemble. <https://www.ccomptes.fr/system/files/2023-06/20230609-reponses-Gestion-publique-des-risques.pdf>
- ¹⁸⁹ Météo France. (s. d.). DRIAS, Les futurs du climat. <https://www.drias-climat.fr/>
- ¹⁹⁰ Haut Conseil pour le Climat. (2025). Avis sur le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC 3) : Une première étape pour garantir la résilience et la protection des populations. https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2025/03/2025_HCC_auto_saisine_avis_PNACC3_VF.pdf
- ¹⁹¹ GéoRisques. (s. d.). Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN). <https://www.georisques.gouv.fr/plan-de-prevention-des-risques-naturels-previsibles-pprn>
- ^{192, 193} Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2023). Efficacité des plans de prévention des risques d'inondation sur le coût des dommages assurés : estimation des impacts passés, présents et futurs. <https://www.ccr.fr/documents/35794/1252212/CCR+Rapport+efficacite+PPRi+web+06102023.pdf/4dcccdd23-0cd8-aff1-6b16-9167d32e56f1?t=1697038007610>
- ¹⁹⁴ Observatoire des Territoires. (2022). Nombre de communes couvertes par un plan de prévention des risques naturels (PPRN). <https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/index.php/nombre-de-communes-couvertes-par-un-plan-de-prevention-des-risques-naturels-pprn>
- ¹⁹⁵ DREAL des Pays de la Loire. (2020). PPRi. <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/ppri-a5322.html>
- ¹⁹⁶ Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2024). La prévention des catastrophes naturelles par le fonds de prévention des risques naturels majeurs : éléments d'éclairage en Pays de la Loire. https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/1306878/20240119_Rapport-region-PAYS%20DE%20LOIRE_HD.pdf/d24c6613-7947-ed63-6f2c-5742e9af56b4?t=1706027000843
- ¹⁹⁷ DREAL des Pays de la Loire. (2025). Évaluation du niveau de sensibilité de la région Pays de la Loire aux inondations par ruissellement. <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-du-niveau-de-sensibilite-de-la-region-a6628.html>
- ¹⁹⁸ Brice Martin, Romain Ansel, Ouarda Guerrouah, Laurine With. 2010. Territorialisation ou déterritorialisation du risque ? Analyse comparative et critique de la procédure de réalisation des PPRNP.

¹⁹⁹ Kamal Serrhini, Yolaine Moy, Gildas Noury, José Serrano, Hédieh Soltanpour. 2023. Vulnérabilité non-structurelle et résilience territoriale en situation de multi-risque. Perception et préférences cartographiques des aléas effondrement et inondation (val d'Orléans, Loiret, France).

²⁰⁰ IPCC. (2022b). Climate Change 2022 : Impacts, adaptation and Vulnerability. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

²⁰¹ Cour des Comptes. (2024b). L'action publique en faveur de l'adaptation au changement climatique. <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2024-03/20240312-RPA-2024-action-publique-adaptation-changement-climatique-synthese-generale.pdf>

²⁰² Air Pays de la Loire. (s. d.). Alertes pollutions. <https://www.airpl.org/air-exterieur/alertes-pollution>

²⁰³ Sénat. (2011). Xynthia : les leçons d'une catastrophe (rapport d'étape). <https://www.senat.fr/rap/r09-554/r09-554.html>

²⁰⁴ Système d'Applications et Produits dans le Traitement des Données

^{205, 206, 207} Sénat. (2011). Xynthia : les leçons d'une catastrophe (rapport d'étape). <https://www.senat.fr/rap/r09-554/r09-554.html>

²⁰⁸ Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique. (2023). S'adapter, ne rien faire... combien ça coûte ? <https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/comprendre/enjeux/le-cout-de-l-adaptation-et-de-l-inaction>

²⁰⁹ I4CE. (2024). Anticiper les effets d'un réchauffement de +4°C : quels coûts de l'adaptation ? <https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2024/04/Anticiper-les-effets-de-l-adaptation-dun-rechauffement-climatique-de-plus-4-degres-quels-couts-de-l-adaptation.pdf>

²¹⁰ Geoffron, P. (2024). Les investissements d'adaptation aux dérèglements climatiques : le cas des infrastructures critiques. <https://shs.cairn.info/revue-d-economie-financiere-2024-3-page-37?lang=fr>

^{211, 212, 213} I4CE. (2024). Anticiper les effets d'un réchauffement de +4°C : quels coûts de l'adaptation ? <https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2024/04/Anticiper-les-effets-de-l-adaptation-dun-rechauffement-climatique-de-plus-4-degres-quels-couts-de-l-adaptation.pdf>

²¹⁴ Cette estimation repose sur la proportion de la région dans le produit intérieur brut (PIB) national (environ 6 %) et dans la population française (environ 6 %). En appliquant ces proportions aux besoins d'investissements nationaux pour l'adaptation, évalués à environ 80 milliards d'euros par an, on obtient une estimation régionale de 4,8 milliards d'euros annuels. Cette approche est détaillée dans le rapport de l'I4CE, qui souligne l'importance d'une planification territoriale adaptée aux enjeux climatiques. Source : I4CE (2023). Panorama des financements climat – Édition 2023. Disponible en ligne : https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2023/12/Edition-2023-du-Panorama-des-financements-climat_au170124.pdf

²¹⁵ À noter que le GIEC-PL engagera prochainement des travaux spécifiques sur l'impact des changements climatiques dans deux secteurs clés de l'économie régionale : l'agroalimentaire et le tourisme. Les résultats feront l'objet de publications à venir.

²¹⁶ Géorisques. (s. d.-c). Le soutien financier du « fonds Barnier ». <https://www.georisques.gouv.fr/etre-accompagne/le-soutien-financier-du-fonds-barnier-0>

²¹⁷ Oxfam France. (2024). Changement climatique : nous ne sommes pas prêt.e.s. <https://www.oxfamfrance.org/rapports/changement-climatique-nous-ne-sommes-pas-prets/>

²¹⁸ Observatoire National de la Précarité Energétique (ONPE). (s. d.). Tableau de bord 2023. <https://onpe.org/tableau-bord-onpe/2023#:~:text=La%20derni%C3%A8re%20version%20disponible%20est%20celle%20publi%C3%A9e%20en,pour%20ceux%20qui%20se%20chauffent%20au%20fouille%20%28%2B64%25%29>

^{219, 220} France Stratégie. (2024). Comité d'évaluation du plan France Relance : Le dispositif MaPrimeRenov'. https://www.strategie.gouv.fr/files/files/Publications/Rapport/fs-2024-rapport-france_relace_vol_ii_6_maprimerenov.pdf

²²¹ La protection des infrastructures critiques. (s. d.). European Union. <https://eur-lex.europa.eu/FR/legal-content/summary/critical-infrastructure-protection.html>

²²² Observatoire National de la Précarité Energétique. (s. d.). La précarité énergétique. <https://onpe.org/etudes-et-rapports/statistiques>

²²³ Géorisques. (s. d.). L'aléa retrait-gonflement des argiles. <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/retrait-gonflement-des-argiles>

²²⁴ INRAE. (2025). Changement climatique : comment faire face aux nouveaux risques ? <https://www.inrae.fr/dossiers/changement-climatique-comment-faire-face-aux-nouveaux-risques>

^{225, 226} Ministère des Territoires, de l'Énergie et du Logement. (2024). Chiffres clés du Climat en France, en Europe et dans le Monde – Édition 2024. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/fr/4-scenarios-et-projections-climatiques>

^{227, 228, 229, 230} Caisse Centrale de Réassurance (CCR). (2023). Conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050. <https://www.ccr.fr/documents/35794/1255983/CCR+Etude+climat+BA-G+23102023+page+22mo.pdf/68b95f6e-8238-4dcc-6c56-025fa410257b?t=1698161402128>

²³¹ INSEE. (2022). À l'horizon 2070, une croissance de la population régionale malgré un ralentissement. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6657351#:~:text=Malgr%C3%A9%20un%20fort%20ralentissement%20par%20rapport%20%C3%A0la,Loire-At-lantique%2Cpuis%20par%20la%20Vend%C3%A9e%20et%20le%20Maine-et-Loire>

²³² Schwela, D. (2022). Climate Change, Vulnerability, and Older People. Springer Nature Link, 1022 1028. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-030-22009-9_466

²³³ Harrington, L. J., & E.L.Otto, F. (2023). Underestimated climate risks from population ageing. Climate And Atmospheric Science. <https://www.nature.com/articles/s41612-023-00398-z>

²³⁴ Cour des Comptes. (2024). La protection de la santé des personnes vulnérables face aux vagues de chaleur. <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2024-03/20240312-RPA-2024-EN-PA-protection-sante-personnes-vulnerables.pdf#:~:text=Aussi%20la%20Cour%20des%20comptes%20a-t-elle%20examin%C3%A9%20les,en%20situation%20de%20handicap%20et%20personnes%20sans%20abri>

²³⁵ Ministère du travail, de la santé, des solidarités et des familles. (2024). Les populations concernées par les vagues de chaleur et leur recensement. <https://sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-climatiques/article/les-populations-concernees-par-les-vagues-de-chaleur-et-leur-recensement>

²³⁶ Météo France. (2020). Les incertitudes dans les scénarios de changement climatique. <https://meteofrance.com/changement-climatique/quel-climat-futur/les-incertitudes-dans-les-scenarios-de-changement-climatique>

Avec le soutien de nos partenaires

Collectivités :



Partenaires techniques :





Face aux changements climatiques, les inégalités se creusent.

Températures en hausse, sécheresses, inondations, recul du trait de côte... En Pays de la Loire, les effets du dérèglement climatique sont déjà bien visibles. Ils bouleversent les équilibres naturels, désorganisent les activités économiques et fragilisent les conditions de vie de millions d'habitants.

Si près d'un Ligérien sur deux se sent à la fois exposé et vulnérable, les impacts ne sont pas les mêmes pour toutes et tous. Loin d'être uniformes, les vulnérabilités dépendent du territoire où l'on vit, de la situation sociale, de l'âge, du genre, ou encore de l'accès à des services et à un habitat adapté. Ces disparités posent une question centrale : comment adapter nos territoires sans accentuer les inégalités ?

Ce rapport du GIEC des Pays de la Loire propose une analyse approfondie des vulnérabilités humaines et territoriales face aux changements climatiques. Il rappelle l'impératif d'une adaptation juste, pensée à l'échelle locale, construite avec les populations et fondée sur une solidarité active. Car anticiper les impacts ne suffira pas : il faut aussi agir sur leurs causes, pour limiter l'ampleur des perturbations à venir.

