



# GIEC DES PAYS DE LA LOIRE

2<sup>e</sup> rapport - Avril 2023

Sous la direction de :

Virginie Raison-Victor, présidente du GIEC des Pays de la Loire

Antoine Charlot, directeur du Comité 21 Grand Ouest

Auteurs :

Béatrice Bechet, Jean-Louis Bertrand, Katia Chancibault, Ghozlane Fleury-Bahi, Virginie Raison-Victor, Marc Robin, Claude Rospars, Franck Schoefs, Verena Trenkel, Pierre Vacher.

Avec la collaboration rédactionnelle du Comité 21 : Marie Chantry-Gellens, Antoine Charlot, Marie Labousset, William Leung, Jade Vieau.

Contributeurs :

Franck Baraer (Météo France), Emmanuelle Bastin (DREAL Pays de la Loire), Anne-Claire Beucher (FEDEREC), Céline Bouey (DRAAF), Valerie Brunet (AURA), Olivier Caron (EDF), Pierre Chabret (ADEME), Céline Chadenas (Université de Nantes), Sébastien Cibick (Air Pays de la Loire), Jean-Claude Clément (Virage Énergie Climat), Sarah Colombie (Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire), Olivier Croix (Comité de développement de l'industrie manufacturière), Bruno Daval (PNR de Brière), Florence Denier-Pasquier (FNE, CESE), Mathieu Doray (IFREMER), Florian Drouaud (ADDRN), Philippe Duhamel (Université d'Angers), Yannick Février (CAPEB Pays de la Loire), Anne Gobbey (ADEME), Virginie Guichard (Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire), Loïc Guilbot (CEREMA), Guillaume Hainigue (Ville de Saint-Nazaire/Saint-Nazaire Agglomération), Philipp Hess (IFREMER), Grégory Jechoux (PNR de Brière), Raphaël Jimenez (SNCF), Pierre-Yves Le Foll (CERC Pays de la Loire), Hélène Lucien (ADDRN), Alban Mallet (Nantes Métropole), Christine Margetic (Université de Nantes), Marion Richard (DREAL Pays de la Loire), Laurent Rossez (Novabuild), Manon Roulleau (Air Pays de la Loire), Cyril Roussel (Office français de la biodiversité), Lionel Salvayre (Météo France), Benoit Squiban (DREAL Pays de la Loire), Emmanuel Torlasco (UNICEM), Brice Trouillet (Université de Nantes), Pascal Vivien (AURAN).

Coordination scientifique : Comité 21 Grand Ouest

Couverture : © Photo de Nagy Arnold sur Unsplash







# DES PROPOSITIONS POUR PASSER À L'ACTION...

2<sup>e</sup> rapport - Avril 2023



## UN GIEC DANS LES PAYS DE LA LOIRE

Le GIEC des Pays de la Loire est un conseil scientifique placé sous l'autorité de l'établissement Grand Ouest de l'association Comité français pour le développement durable, dit « Comité 21 ».

Créé en octobre 2020, il a pour missions de :

1. Vulgariser et approfondir les connaissances scientifiques sur la contribution des Pays de la Loire aux changements climatiques et ses impacts pour le territoire ;
2. Évaluer la vulnérabilité du territoire, des populations, des milieux naturels et des activités socio-économiques à ces changements ;
3. Informer les acteurs du territoire sur les évolutions du climat, et les aider à identifier les mesures d'atténuation et d'adaptation les plus efficaces, en proposant des méthodes et en veillant à l'impartialité des informations proposées.

Le secrétariat général du GIEC des Pays de la Loire est assuré par le Comité 21 Grand Ouest, qui bénéficie à ce titre d'une subvention du Conseil régional des Pays de la Loire.

### Composition du GIEC régional

Béatrice Bechet (Université Gustave Eiffel)

Jean-Louis Bertrand (ESSCA)

Katia Chancibault (Université Gustave Eiffel)

Laurent Devisme (ENSA Nantes)

Jean-François Dhôte (INRAE)

Paul Fattal (Nantes Université)

Ghozlane Fleury-Bahi (Nantes Université)

Thomas Hoerber (ESSCA)

François Langot (Université du Mans)

Géraldine Molina (Nantes Université)

Virginie Raison-Victor (Présidente)

Marc Robin (Nantes Université)

Claude Rospars (Université Gustave Eiffel)

Franck Schoefs (Nantes Université)

Verena Trenkel (IFREMER)

Pierre Vacher (Nantes Université)

Agathe Van Lang (Nantes Université)



# ÉDITO

Comme les vagues de chaleur, incendies, inondations et sécheresses survenus en 2022 sont venus l'illustrer, le changement climatique s'impose désormais à tous les territoires. À son tour, une étude réalisée par le CNRS est venue montrer qu'en France, les impacts des changements climatiques ont été sous-estimés. Voilà d'ailleurs plusieurs années que les relevés, études et sciences de l'attribution vérifient la réalité du changement climatique dans les Pays de la Loire. Pour sa part, le dernier rapport du GIEC (IPCC) souligne le décalage persistant entre les promesses d'engagement formulées dans le cadre de l'accord de Paris et les mesures réellement mises en œuvre qui, à ce jour, placent le monde sur une trajectoire de réchauffement de + 3,3°C par rapport à l'ère préindustrielle. Enfin, et sans attendre de telles échéances, la sécheresse hivernale, le manque d'eau de surface et le niveau très bas des nappes phréatiques rapportent de façon très concrète les risques et autres conflits d'usage de la ressource hydrique qui menacent la région.

Au vu des risques que les changements climatiques font peser sur la biodiversité, l'économie, la santé et le bien-être des populations, le temps n'est donc plus à la prise de conscience mais à l'action, que ce soit pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), atténuer les effets des changements climatiques ou ajuster les politiques publiques et stratégies économiques à ces nouvelles conditions

Fort heureusement, la prise de conscience des élus et habitants de la région ainsi que les ressources humaines, scientifiques et techniques dont ils disposent leur offrent plusieurs champs d'action pour relever ces défis, à condition toutefois que tous les acteurs du territoire se mobilisent pour anticiper les impacts des changements, mesurer les risques qu'ils représentent et planifier un processus d'adaptation ajusté aux réalités locales. Ainsi, il revient aux élus, services publics, citoyens, communautés scientifiques, dirigeants économiques et acteurs associatifs de s'engager ensemble pour endiguer les processus qui contribuent aux émissions de gaz à effet de serre tels que l'artificialisation des sols ; développer les puits de carbone

et préserver les espaces naturels favorables à la biodiversité ; ajuster les modèles, usages et pratiques des entreprises et des habitants aux contraintes écologique et hydrique ; préparer la région aux répercussions des changements climatiques par la mise en œuvre de mesures d'adaptation fondées à la fois sur la science et sur la compréhension et l'inclusion de tous les acteurs et habitants du territoire.

C'est donc pour répondre à tous ces objectifs que GIEC des Pays de la Loire a élaboré ce deuxième rapport qui vise à inspirer l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies d'atténuation et d'adaptation à l'échelle régionale, mais aussi à éviter les écueils de la mal-adaptation. Parmi ces propositions, on constatera que certaines ne sont pas spécifiques aux Pays de la Loire. Cependant, on retiendra aussi qu'avec d'autres, plus spécifiques, leur mise en œuvre pourrait faire de la région un exemple unique et précurseur de planification systémique et de pilotage territorial des enjeux climatiques. Parmi ces propositions, on trouvera notamment la mise en place d'une conférence à l'échelle de la région sur le climat, la création d'un Observatoire des changements climatiques, l'adoption d'un nouveau dispositif contractuel de financement public, l'instauration d'un plan de décarbonation mais aussi d'un marché carbone ou encore d'un fonds d'urgence climatique. Et si l'ambition et le caractère inédit de ces propositions peut étonner, il convient cependant de les apprécier à l'aune de l'importance des risques, de l'urgence d'y apporter des réponses, mais aussi de la complexité que leur mise en œuvre représente, ou encore des très nombreux travaux scientifiques sur lesquels elles viennent s'appuyer.

Puissent donc ce nouveau rapport et les propositions d'action qu'il rassemble éclairer les acteurs du territoire dans leur aspiration à la sécurité, la prospérité et la résilience régionales. Tel est le vœu des membres du GIEC des Pays de la Loire qui l'ont élaboré dans le seul souci de contribuer à guider la région vers le meilleur des avenir possibles

Bonne lecture !

**Virginie Raison-Victor**

Présidente du GIEC des Pays de la Loire

**Antoine Charlot**

Directeur du Comité 21 - Établissement Grand Ouest

Secrétaire général du GIEC des Pays de la Loire





# SOMMAIRE

## CHAPITRE 1

### ACCOMPAGNER LA MOBILISATION DES ACTEURS 13

- Organiser une Conférence Régionale sur le Climat 14
- Former les acteurs aux enjeux climatiques 17
- Approfondir les connaissances scientifiques 18

## CHAPITRE 2

### RÉDUIRE L'EMPREINTE CARBONE DU TERRITOIRE 21

- Faire de l'impact carbone un critère d'arbitrage des investissements 22
- Réduire la dépendance aux énergies fossiles 23
- Accélérer la décarbonation de l'économie régionale 27
- Promouvoir une agriculture et une alimentation durables 29
- Renforcer les puits de carbone naturels 31
- Créer un marché local de compensation du carbone 34

## CHAPITRE 3

### RENFORCER L'ADAPTATION DES ACTEURS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES 37

- Développer une culture du risque climatique 38
- S'appuyer sur les écosystèmes 39
- Repenser l'aménagement du territoire 40
- Sécuriser la ressource et la production d'eau potable 42
- Renforcer la robustesse des infrastructures et des réseaux 43
- Cartographier la vulnérabilité des filières économiques 44
- Renforcer la résilience du système alimentaire 45
- Adopter un fonds d'urgence climatique 46



# chapitre 1

# ACCOMPAGNER

## LA MOBILISATION DES ACTEURS

Développement des connaissances, formation des acteurs, concertation : telles sont les trois étapes nécessaires et préalables à toute démarche territoriale d'atténuation, d'adaptation voire de refondation. C'est à ces seules conditions qu'il sera possible de formuler des mesures qui soient à la fois ajustées à l'urgence et la gravité de la situation climatique, adaptées aux spécificités régionales mais aussi acceptables par les acteurs du territoire et par sa population.



© Photo de Markus Spiske sur Unsplash

# ORGANISER UNE CONFÉRENCE RÉGIONALE SUR LE CLIMAT

Le GIEC des Pays de la Loire propose l'organisation d'une Conférence territoriale sur le climat, mobilisant l'ensemble des acteurs, publics comme privés. L'objectif est d'aboutir à la signature d'un Accord régional sur le climat, visant, à l'échelle des Pays de la Loire :

- Une réduction significative des émissions directes<sup>2</sup> et indirectes<sup>3</sup> de gaz à effet de serre,
- Une augmentation des puits de carbone<sup>4</sup>,
- Un renforcement des capacités d'adaptation du territoire aux changements climatiques.

*L'accord régional sur le climat définit les engagements de tous les acteurs pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et coopérer en vue de s'adapter aux effets des changements climatiques.*

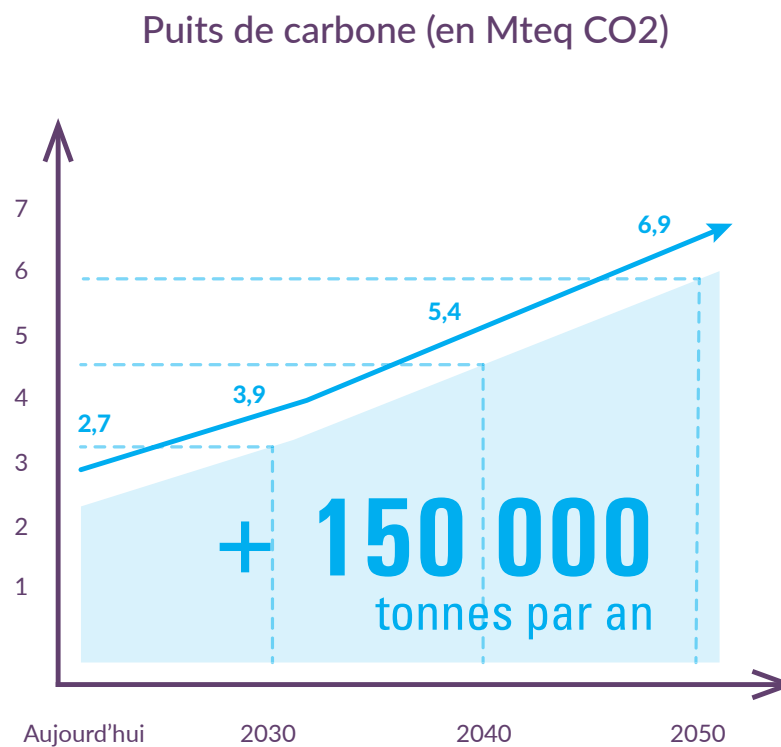
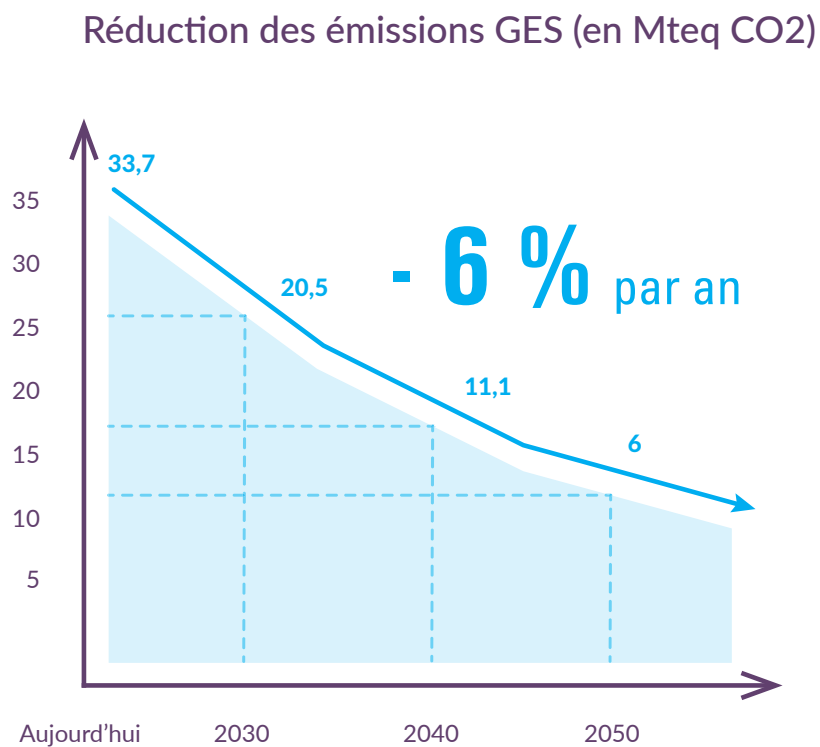
Cette Conférence régionale permettra la formalisation d'engagements volontaires, pris par les acteurs ligériens (collectivités locales, entreprises, associations, établissements d'enseignement et de recherche, citoyens, ...).

En parallèle, le GIEC régional propose qu'un suivi des trajectoires des émissions directes et un bilan d'impact soient réalisés tous les ans. Pour y parvenir, il préconise la création d'un outil de comptabilité carbone, commun à l'ensemble des acteurs ligériens.

## FIG. 1 : PROPOSITIONS DU GIEC DES PAYS DE LA LOIRE POUR ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050

Pour atteindre la neutralité carbone du territoire en 2050, le GIEC régional propose de :

- ♦ Réduire les émissions directes de gaz à effet de serre d'environ 6 % par an d'ici à 2050 (par rapport aux émissions directes de 33,7 Mteq CO<sub>2</sub> en 2018<sup>3</sup>). Cette trajectoire est conforme aux objectifs d'émissions de GES fixés par le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires<sup>4</sup> (- 40 % d'ici à 2030 et - 80 % d'ici à 2050).
- ♦ Augmenter les puits de carbone, de l'ordre de + 150 000 tonnes chaque année (par rapport aux chiffres actuelles - 2,7 Mteq CO<sub>2</sub>).









# FORMER LES ACTEURS AUX ENJEUX CLIMATIQUES

Directement affectés par les conséquences des changements climatiques dans la région, les acteurs publics et privés du territoire sont aussi en première ligne pour agir, qu'il s'agisse de mettre en place des mesures d'atténuation ou d'adaptation. C'est pourquoi il est indispensable qu'ils aient à la fois une bonne connaissance des changements climatiques, de leurs enjeux et des leviers d'action dont ils disposent pour y faire face.

Au vu de la complexité des phénomènes climatiques, mais aussi de la nécessité d'en maîtriser les interactions pour procéder à des choix d'action éclairés et ajustés aux problématiques du territoire, le GIEC régional propose de **développer un module de formation** en partenariat avec les Universités, les écoles, les chambres consulaires et les associations du territoire. Destiné en priorité aux dirigeants (élus et directeurs de collectivités, chefs d'entreprises, responsables associatifs...), ce module devra être rendu obligatoire pour les acteurs qui bénéficient d'aides publiques.

En parallèle, le GIEC des Pays de la Loire propose d'engager **une action de sensibilisation des jeunes Ligériens** en s'appuyant sur les enseignants et formateurs, du collège à l'Université en passant par les CFA, afin de faciliter la transmission des connaissances. Dans un contexte où de plus en plus de jeunes souffrent d'éco-anxiété<sup>7</sup>, ce plan d'information aura pour objectif de donner aux jeunes ligériens des clés de compréhension pour appréhender le phénomène de changements climatiques et les inviter à devenir acteurs de la transition écologique. En plus de s'appuyer sur les réseaux existants<sup>8</sup>, le plan de sensibilisation reposera sur la création d'un centre de ressources pédagogiques. En regroupant les démarches, outils et expériences d'éducation à l'environnement et au développement durable, ce centre de ressources permettra aux jeunes d'approfondir leurs connaissances mais aussi d'agir, notamment lors de semaines de développement durable (affichage et retour d'expérience des bonnes pratiques, hackathons écologiques et défis scientifiques entre étudiants, actions-pilotes...).

Enfin, pour compléter ces dispositifs de formation et de sensibilisation à l'échelle du territoire et mobiliser l'ensemble des citoyens face aux enjeux climatiques dans les Pays de la Loire, le GIEC régional propose de **créer un outil pédagogique régional**. Comparable à la Fresque du Climat, il sera basé sur les données extraites du premier rapport du GIEC des Pays de la Loire.

# APPROFONDIR LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

Au vu de l'importance pour la région d'approfondir les connaissances scientifiques sur les changements climatiques et ses impacts sur le territoire, mais aussi de poursuivre la recherche de solutions ajustées, le GIEC des Pays de la Loire suggère :

- De réaliser **des études thématiques et/ou sectorielles**, notamment sur la disponibilité des ressources en eau (disponibilité, qualité...), sur la vulnérabilité des populations (santé, exposition, vulnérabilités sociales...), sur la résilience des filières économiques (agroalimentaire, tourisme, textile, métallurgie...) et sur la biodiversité (état des ressources, services rendus par la nature, interactions entre les espèces...).
- De créer un **Observatoire régional des changements climatiques** dont la mission consisterait à analyser de façon continue les données disponibles sur l'évolution du climat et ses impacts sur le territoire. Cet Observatoire, dont l'animation serait confiée au GIEC des Pays de la Loire, serait en lien permanent avec les autres observatoires régionaux (TEO, Air Pays de la Loire...), ainsi qu'avec l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) et l'Agence européenne de l'environnement.

*Pour le GIEC régional, les recherches devront s'inscrire dans une approche systémique, au croisement des enjeux climatiques, écologiques, économiques, sanitaires et sociaux...*

Pour mener à bien ces deux objectifs, il est attendu de la part des acteurs publics et privés **un appui aux réseaux de recherche, tant sur l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre que sur l'adaptation du territoire aux changements climatiques**. Ce soutien pourrait également s'adresser aux entreprises du territoire (R&I, R&D) et aux associations (sciences participatives) qui expérimentent et développent des solutions innovantes (high tech et low tech). Des financements complémentaires pourront également être envisagés (agences, fondations, UE...).

Pour le GIEC des Pays de la Loire, l'ensemble des recherches ainsi menées devront s'inscrire dans une approche systémique, au croisement des enjeux climatiques, écologiques, économiques, sanitaires et sociaux.







© HEOS Marine

## chapitre 2

# RÉDUIRE L'EMPREINTE CARBONE DU TERRITOIRE

Atteindre la neutralité carbone exige un engagement fort de la part des acteurs régionaux, tant sur la réduction des émissions directes que indirectes de gaz à effet de serre. Aménagement du territoire, modèles agricoles, systèmes industriels, production énergétique... L'ensemble des activités sont concernées.

# FAIRE DE L'IMPACT CARBONE UN CRITÈRE D'ARBITRAGE DES INVESTISSEMENTS

Conformément aux objectifs européens de « taxonomie verte »<sup>9</sup>, le GIEC des Pays de la Loire invite les acteurs du territoire à chiffrer l'impact carbone de leurs investissements (émissions carbone). Cette évaluation vise à supprimer progressivement l'ensemble des investissements néfastes au climat.

Une attention particulière devra être portée à la commande publique qui représente 3,5 à 4 milliards d'euros<sup>10</sup> par an en Pays de la Loire.

Parallèlement, les membres du GIEC régional suggèrent :

- **D'intégrer systématiquement les enjeux climatiques dans les politiques contractuelles** et d'en faire un critère de sélection déterminant du financement de projets d'investissement. À ce jour, aucun des nombreux contrats qui lient les territoires entre eux (État/Région, État/collectivités locales, Région/collectivités locales), ne formule d'exigence en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre ou d'adaptation des territoires aux évolutions climatiques.

*À ce jour, aucun des contrats qui lient les territoires entre eux ne formule d'exigence en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre ou d'adaptation des territoires.*

- **D'adopter un nouveau dispositif financier : le Contrat territorial climat.** Destiné à décliner les objectifs de la Conférence régionale sur le climat à l'échelle de chaque EPCI, le Contrat territorial climat permettrait - à l'image du Contrat territorial Eau - de mobiliser des financements croisés (État, Région, ADEME, EPCI...) pour la mise en œuvre de l'Accord régional sur le climat dédié à la réduction des émissions, à l'augmentation des puits de carbone et à l'adaptation des territoires aux changements climatiques.

Ces contrats territoriaux pourraient ainsi intégrer des volets portant sur :

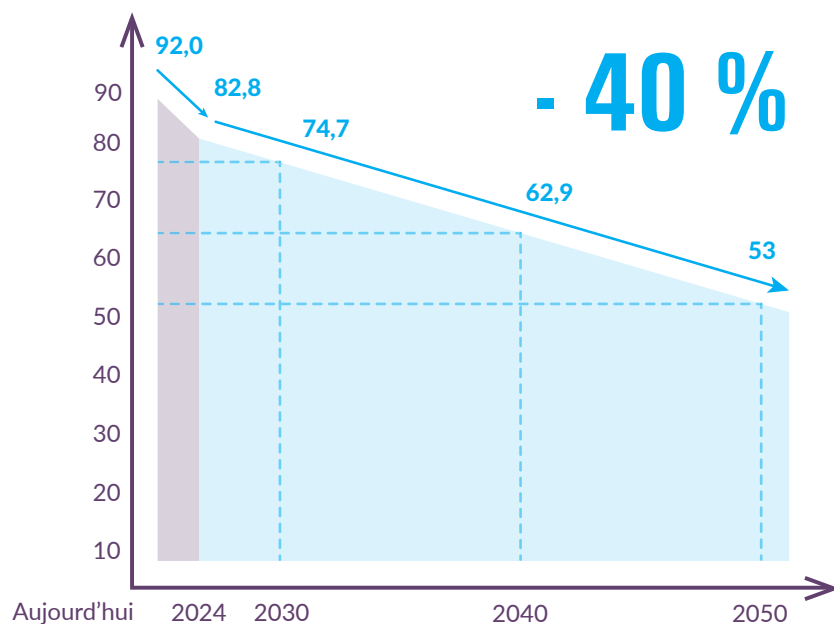
- La lutte contre l'artificialisation des sols<sup>11</sup> pour faciliter l'atteinte de l'objectif « zéro artificialisation nette » : lutte contre l'imperméabilisation des sols, maintien et restauration des sols, des barrières naturelles et des zones tampons, coefficient de végétalisation...
- L'adaptation des infrastructures, des réseaux et du cadre bâti : enfouissement, choix et recyclage des matériaux...
- La fonctionnalité et le développement des continuums écologiques : corridors biologiques pour faciliter l'adaptation des espèces aux évolutions locales du climat et à leurs impacts (air, eau, sol, climat, biodiversité, santé) mais aussi leur migration dans le territoire.
- La préservation des ressources naturelles du territoire grâce, notamment, à l'ajustement de la quantité d'intrants utilisés aux stricts besoins de la région.



# RÉDUIRE LA DÉPENDANCE AUX ÉNERGIES FOSSILES

Sachant que dans la région des Pays de la Loire, deux-tiers des émissions de gaz à effet de serre sont d'origine énergétique<sup>12</sup>, le GIEC rappelle l'importance d'y réduire massivement les consommations d'énergie et d'atteindre les objectifs fixés par RTE dans son rapport sur les *Futurs énergétiques*<sup>13</sup> (- 40 % d'ici à 2050) ainsi que ceux inscrits dans le plan du Ministère de la transition écologique qui prévoit une baisse de 10 % de la consommation du territoire d'ici à 2024<sup>14</sup>.

Scénarios d'évolution des consommations énergétiques  
(en TWh/an)



Pour réduire la dépendance de la région aux énergies fossiles, les membres du GIEC régional suggèrent de mettre en œuvre **des actions concrètes visant en même temps la sobriété des usages et l'efficacité énergétique**<sup>15</sup>, en portant une attention plus particulière aux secteurs du bâtiment (résidentiel et tertiaire), du transport et de l'industrie (hors production d'énergie) qui représentent respectivement 39 %, 36 % et 20 % des consommations énergétiques du territoire<sup>16</sup>.

Dans le **secteur du bâtiment**, le GIEC recommande de :

- Réduire la construction de nouvelles surfaces, en optimisant l'usage des bâtiments existants<sup>17</sup> et en privilégiant la construction d'habitats collectifs et/ou partagés<sup>18</sup>.
- Massifier la réhabilitation des bâtiments résidentiels et tertiaires (en priorisant les passoires thermiques<sup>19</sup>) et conjuguer dans une même démarche l'isolation thermique et le choix d'une énergie de chauffage faiblement émettrice en carbone<sup>20</sup>.
- Réduire l'énergie grise<sup>21</sup> du bâti que génère la construction<sup>22</sup>, la réhabilitation et la démolition-reconstruction en développant une architecture plus écologique, compacte, simple et légère, mais aussi en privilégiant des outils et matériaux moins énergivores, issus du réemploi et/ou de solutions biosourcées (ex : chanvre), géosourcées (ex : terre crue) ou éco-sourcées (issus du ré-usage ou recyclage). Parallèlement, il conviendra de développer une réflexion sur l'assurabilité de ces solutions constructives et sur le financement de leur utilisation.
- Promouvoir l'autonomie énergétique des bâtiments grâce à l'installation d'unités de production d'énergies renouvelables et à l'utilisation d'outils intelligents (microréseaux) pour gérer ensemble les équipements consommateurs d'énergie, les équipements producteurs et les éventuels équipements de stockage (smart building).
- Accompagner le comportement vertueux des usagers (optimisation des équipements et de l'isolation, achats responsables, ...). La sociologie de l'énergie montre qu'un accompagnement des acteurs à une meilleure compréhension des besoins énergétiques facilite la réduction de leurs consommations<sup>23</sup>.



© Région Pays de la Loire - PB. Fourmy



Dans le **secteur des transports**, le GIEC des Pays de la Loire préconise de conjuguer les actions suivantes :

- Privilégier autant que possible les services de proximité (achats et fournisseurs, loisirs, tiers-lieux, soins, livraisons, commerces...) et les échanges en ligne (télétravail, visioconférences, suivi...) pour réduire les distances parcourues par route (voyageurs et marchandises).
- Soutenir le développement des motorisations alternatives pour : les transports publics ; les transports de marchandises ne pouvant pas faire l'objet d'un report modal vers le ferroviaire et le fluvial ; les ménages modestes et professionnels (aide à domicile, infirmiers, partage de repas...) ne pouvant pas se passer de véhicules motorisés.
- Favoriser le report modal du fret routier vers le ferroviaire et le fluvial et développer des plateformes logistiques à l'entrée des principales agglomérations du territoire pour faciliter la livraison des marchandises sur le dernier kilomètre<sup>24</sup> (si possible par de la cyclo-logistique).
- Faciliter les déplacements non-motorisés et les mobilités douces pour les distances inférieures à 5 km<sup>25</sup> grâce, notamment, à : la piétonisation des centre-bourgs ; la sécurisation des itinéraires cyclables ; la multiplication des voies cyclables en-dehors des centres urbains ; l'aide à l'équipement de vélos et au développement de dispositifs de stationnement sécurisé ; la promotion des livraisons en vélo cargo... ; la promotion des co-bénéfices de ces pratiques pour la santé physique et mentale<sup>26</sup>.
- Augmenter le recours aux mobilités partagées (transports publics, trains, autopartage, co-voiturage...) pour diminuer le nombre de véhicules en circulation (entre le domicile et l'entreprise, le domicile et l'école...). À cet égard, le GIEC régional recommande la réouverture ou le développement des lignes ferroviaires transversales et du quotidien actuellement sous-exploitées<sup>27</sup>, l'amélioration de l'intermodalité des offres (titres de transport combinés, tarifications intégrées, planification des trajets, vélo en train...) et le développement des lignes de covoiturage pour augmenter le taux d'occupation des véhicules<sup>28</sup>.

- Faciliter le déplacement de salariés grâce aux systèmes d'autopartage ou de co-voiturage entre salariés (application mobile, création de lignes de covoiturage) et à la mise en place de lignes de transports légers et flexibles (minibus, cars...) pour les déplacements domicile/lieu de travail des grands employeurs, publics ou privés.
- Former les ligériens à l'écoconduite<sup>29</sup> pour baisser la consommation globale de carburants sur le territoire.
- Promouvoir le développement de trains de nuit saisonniers au départ et à l'arrivée des métropoles régionales pour y favoriser le tourisme à moindre impact carbone<sup>30</sup>.
- Continuer à accompagner le cyclotourisme, y compris en milieu rural<sup>31</sup>.



© Région Pays de la Loire - Ouest Médias

Dans le **secteur de l'industrie**, le GIEC préconise de :

- ♦ Produire « moins mais mieux », en créant davantage de valeur, grâce aux approches innovantes de l'économie de la fonctionnalité (passer de la vente d'un produit à la vente de son usage) et produire « mieux avec moins » en s'appuyant sur les principes de l'éco-conception, du biomimétisme et du low tech.
- ♦ Favoriser une économie régénératrice, qui prend en compte sur le renouvellement des ressources dont elle a besoin et qui, dans le même temps, s'assure de la capacité des écosystèmes à maintenir leur intégrité et leurs capacités de réparation ou de reconstitution.
- ♦ Reterritorialiser les productions :
  - En développant une économie régionale davantage orientée vers les ressources du territoire plutôt que basée sur la transformation de ressources importées.
  - En relocalisant les chaînes de production partout où cela est possible<sup>32</sup>.
- ♦ Réduire la consommation énergétique de la production industrielle et du commerce :
  - En s'appuyant sur des pompes à chaleur de très haute température<sup>33</sup> pour exploiter et valoriser la chaleur fatale.
  - En substituant l'utilisation d'énergies d'origine fossile par de l'hydrogène vert (électrolyse de l'eau à partir d'électricité renouvelable) ou par du biogaz<sup>34</sup>.
  - En supprimant les enseignes et les panneaux/écrans publicitaires lumineux et en réduisant les sources lumineuses excessives ou inutiles (vitrine, enseignes...).

En complément de ces mesures d'économie d'énergie et au vu de la géographie de la région, de ses influences météorologiques et géologiques ainsi que de ses caractéristiques agricoles qui offrent d'importants leviers à la production locale d'énergie, le GIEC Pays de la Loire invite les acteurs du territoire à mieux **valoriser les gisements régionaux en énergie renouvelable, avec pour objectif l'autonomie énergétique des Pays de la Loire en 2050**. Cependant, les membres du GIEC régional rappellent aussi que le développement des énergies renouvelables ne doit empiéter ni sur les espaces naturels ni sur les espaces agricoles sur lesquelles repose la production alimentaire.

Pour le GIEC des Pays de la Loire, l'accélération de la production d'énergies renouvelables ainsi que les efforts de sobriété et d'efficacité engagent aussi le développement de réseaux énergétiques intelligents (smart grids) afin de :

- ♦ Surveiller et optimiser en temps réel les consommations énergétiques tout en améliorant l'adéquation entre la production d'énergies renouvelables et les besoins de consommation.
- ♦ Réduire les déperditions d'énergie sur le réseau en rapprochant les points de production et de livraison de l'électricité et en ajustant les flux aux besoins réels.

À titre d'exemple, le GIEC propose que soit déployé un éclairage public intelligent (basé sur des capteurs de mouvement, analyses des flux ou encore des plages horaires) sur l'ensemble du territoire ligérien<sup>35</sup>.

Compte-tenu de l'importance des investissements qui seront nécessaires au déploiement de ces actions, le GIEC régional recommande l'adoption d'un plan régional et pluriannuel d'investissement co-piloté par l'État, les collectivités locales et les acteurs socioéconomiques.



© Région Pays de la Loire - PB. Fourmy

# ACCÉLÉRER LA DÉCARBONATION DE L'ÉCONOMIE RÉGIONALE

Pour faciliter la décarbonation des filières présentes sur le territoire ligérien, le GIEC des Pays de la Loire suggère qu'un **Plan régional de transformation de l'économie et de l'emploi**, assorti de mesures concrètes, soit adopté en s'appuyant notamment sur les échanges issus de la Conférence régionale sur le climat. Il s'agira :

- ♦ D'adopter un contrat d'objectifs entre l'État, la Région, les EPCI et chacune des filières économiques pour qu'elles s'engagent à réduire significativement leurs émissions de gaz à effet de serre (- 30 % sur les cinq prochaines années par rapport à 2018).
- ♦ De mettre en place ou renforcer les dispositifs de soutien à l'économie circulaire, en particulier à l'économie de la fonctionnalité, l'écoconception, le réemploi et l'écologie industrielle mais aussi au développement de la bioéconomie.
- ♦ De soutenir les nouvelles filières en lien avec la transition écologique : reconversion des centrales thermiques, développement des énergies-renouvelables, déconstruction navale, réparation, recyclage... Une attention particulière devrait être accordée au développement des filières permettant de remplacer les matériaux plastiques pour arriver progressivement à la suppression des plastiques non essentiels (emballage notamment).

*Si la lutte contre les changements climatiques et les mesures d'adaptation à leurs impacts affecteront certains secteurs, voire les condamneront à disparaître, ils favoriseront aussi l'émergence ou le développement de nouvelles activités et emplois.*

- ♦ De mettre en place un programme régional de symbiose industrielle, à l'image du *National Industrial Symbiosis Programme (NISP)*<sup>36</sup> dont l'objectif est de faciliter l'échange de matières entre les entreprises pour limiter leurs déchets, accroître leurs revenus et réduire leurs coûts<sup>37</sup>.
- ♦ De relocaliser et/ou implanter sur le territoire des secteurs stratégiques, en particulier pour l'alimentation et la construction, afin de réduire les flux de transport (en rapprochant les lieux de production, de transformation et de consommation<sup>38</sup>), mais aussi d'accroître l'autonomie et la résilience de l'économie régionale.
- ♦ D'investir massivement dans le domaine de la recherche et de l'innovation afin de développer des démonstrateurs, d'encourager les initiatives régionales vertueuses et d'identifier de nouvelles solutions pour réduire l'impact environnemental des activités économiques (récupération de la chaleur fatale, développement des bioénergies, stockage de l'énergie...) tout en évaluant précisément leurs impacts.
- ♦ D'adopter des mesures visant à inciter les Ligériens à acheter des produits locaux « bas-carbone » (label régional, mise en avant dans la distribution, cartographies des produits locaux, monnaies régionale ou locales...).
- ♦ De conditionner l'attribution des aides publiques destinées aux entreprises à des critères de décarbonation fixés pour chaque secteur et chaque activité.



Si la lutte contre les changements climatiques et les mesures d'adaptation à leurs impacts favoriseront l'émergence et le développement de nouveaux secteurs d'activités, et donc aussi d'emplois, d'autres - plus liés à l'économie carbonée - seront plus fortement affectés, voire condamnés à disparaître. C'est pourquoi le GIEC des Pays de la Loire propose qu'un chapitre du Plan régional de transformation de l'économie et de l'emploi soit dédié à la **gestion prévisionnelle des emplois et des parcours professionnels (GPEPP)** :

- ♦ Dans les secteurs et les bassins de vie les plus fortement impactés par la transition écologique (industries, énergies fossiles...), la GPEPP aura pour objectif d'accompagner les salariés qui risquent de perdre leurs emplois dans les 5, 10 ou 15 ans, notamment en favorisant les reconversions et formations.
- ♦ Dans les filières que la transition écologique fera émerger, la GPEPP aura pour objectif de développer des compétences spécifiques ajustées aux nouvelles activités.



© Région Pays de la Loire



# PROMOUVOIR UNE AGRICULTURE ET UNE ALIMENTATION DURABLES

Dans la mesure où, dans les Pays de la Loire, l'agriculture émet près de 28 % des émissions directes de GES<sup>39</sup>, la décarbonation des activités du secteur s'impose comme une priorité, en même temps que la transformation du modèle agricole et l'évolution des régimes alimentaires. Car c'est bien l'ensemble du système alimentaire - de la fourche à la fourchette - qu'il convient de prendre en compte pour être efficace et amener tous les acteurs de la chaîne alimentaire à réduire leurs impacts sur le climat et la biodiversité.

Pour permettre aux filières agricoles et agro-alimentaires de réussir cette transition en s'adaptant aux enjeux écologiques plutôt qu'en subissant la détérioration des écosystèmes et les changements climatiques, le GIEC régional propose donc de s'inspirer d'initiatives et d'expériences existantes, notamment dans la région, et qu'il conviendrait aussi de soutenir et d'amplifier (Assises de l'agriculture durable, AMAP, végétalisation des filières...).

Sur la base de ces expériences et des caractéristiques agricoles régionales, le GIEC des Pays de la Loire suggère ainsi d'agir...

Au niveau **des intrants** par :

- La baisse des importations agricoles, aussi bien pour les aliments que pour les intrants nécessaires à la production (engrais, phytosanitaires, fourrage...)<sup>40</sup> et, en parallèle, la relocalisation et la diversification des productions dans une logique de résilience alimentaire territoriale.

*C'est bien l'ensemble du système alimentaire qu'il convient de prendre en compte pour amener tous les acteurs de la chaîne alimentaire à réduire leurs impacts sur le climat et la biodiversité.*

- ♦ Le développement d'une filière légumineuse, de la production à la consommation, pour permettre aux territoires, habitants et exploitants de tirer parti des bénéfices environnementaux du développement de ces cultures :
  - En permettant une meilleure filtration des sols, elles améliorent la qualité de l'eau<sup>41</sup>.
  - En contribuant à piéger le carbone dans le sol, elles permettent de mettre à disposition une source fiable de protéines moins émettrices en gaz à effet .
  - En fixant l'azote, elles permettent de nourrir les sols et donc de réduire la dépendance aux engrais chimiques.
- ♦ La réduction des importations de soja venant d'Amérique latine en relocalisant les cultures destinées à l'alimentation animale et en développant une culture fourragère locale diversifiée<sup>42</sup>.
- ♦ La généralisation de l'emploi d'engrais naturels pour supprimer les émissions de GES liées à la fabrication d'engrais minéraux d'ici à 2030. On retient aussi qu'en plus de faciliter le développement d'une agriculture plus durable, la valorisation de certains déchets en intrants (urine<sup>43</sup>, épluchures de fruits et légumes...) permet de développer une approche circulaire à l'échelle locale ou régionale et d'optimiser ainsi les relations entre le milieu urbain et le milieu rural ou périurbain.

Au niveau des **modèles agricoles** par la généralisation des **pratiques agroécologiques** et l'adoption de mesures régionales volontaristes :

- Accompagnement et formation des jeunes agriculteurs aux pratiques culturales à la fois moins impactantes sur les écosystèmes, moins émettrices de GES, et mieux ajustées aux conséquences des changements climatiques sur l'environnement agricole (sécheresse, variations de la saisonnalité des pluies...).
- Diversification des cultures et promotion des cultures moins consommatrices d'eau et d'intrants telles que le sorgho qui peut être adapté à la consommation humaine comme animale.
- Optimisation de la pratique du pâturage pour prolonger la productivité des prairies temporaires.
- Développement de la formation sur le lien santé-alimentation (écoles, collèges, lycées...).
- Soutien aux initiatives de jardinage dans les cadres urbains, scolaires, en entreprises et dans les collectivités pour que les bénéfices sociaux et environnementaux du jardinage de proximité soient partagés par le plus grand nombre : reconnexion à la nature, lien social, activité physique, zones plus fraîches en été...
- Soutien au développement de l'agriculture urbaine et péri-urbaine qui contribue, entre autres, à rapprocher les lieux de production alimentaire des lieux de consommation, à restaurer des sols en milieu urbain et à redynamiser le secteur économique agricole.

Au niveau de **l'élevage et des comportements alimentaires** :

Sachant que 73 % des émissions de GES de la production agricole ligérienne sont issus des activités d'élevage<sup>44</sup>, il apparaît important de pouvoir en repenser la place dans les régimes alimentaires et dans le système agro-alimentaire de la région<sup>45</sup>. C'est pourquoi le GIEC recommande :

- D'accompagner les éleveurs pour passer de l'élevage intensif à l'élevage extensif<sup>46</sup>.
- De sensibiliser les consommateurs sur l'impact écologique et climatique de leur régime alimentaire<sup>47</sup> pour réduire la consommation de protéines d'origine animale.

- De former les cuisiniers et équipes des cuisines collectives (publiques et privées) à la préparation de repas ajustés aux enjeux climatiques (augmentation de la part de protéines végétales ; préférence aux produits locaux, labellisés, bio et de saison...).

Au niveau des **circuits agro-alimentaires** notamment grâce :

- Au développement de circuits de transformation et de distribution de proximité.
- À la création, en étroite collaboration avec les agriculteurs, d'une régie agricole régionale afin de renforcer la souveraineté alimentaire du territoire, réduire le gaspillage alimentaire, fournir une alimentation de qualité aux cuisines collectives (bio, locale, fraîche, de saison) et préserver les espaces agricoles.

Au niveau du **gaspillage alimentaire** :

Sachant que le gaspillage alimentaire représente environ 17 % des productions agricoles soit 1,8 millions de tonnes pour les Pays de la Loire<sup>48</sup>, plusieurs actions peuvent être menées :

- Évaluer le gaspillage alimentaire dans la restauration collective par catégorie d'aliments, pour sensibiliser et faire évoluer les menus en conséquence.
- Développer des filières de revalorisation des invendus en donnant plus de moyens aux associations intermédiaires.
- Développer les filières de valorisation des biodéchets, en restauration publique et privée, en complément d'un travail de sensibilisation au gaspillage alimentaire.

Au niveau du **financement des services environnementaux** :

- Développer les paiements pour service environnementaux (PSE). Ces PSE représentent un atout pour le territoire puisqu'ils contribuent à préserver les écosystèmes aidant à l'atténuation du changement climatique et participent aussi au bien-être de la population<sup>49</sup>. La rémunération de services environnementaux permet d'encourager les alternatives aux cultures traditionnelles et qui présentent des co-bénéfices pour toute la société.

# RENFORCER LES PUITS DE CARBONE NATURELS

Le GIEC évalue à 4 millions de tonnes la quantité de CO<sub>2</sub> à séquestrer d'ici à 2050 (environ 150 000 tonnes supplémentaires chaque année) pour atteindre la neutralité carbone sur le territoire des Pays de la Loire (cf.fig 1). Pour y parvenir, il recommande de :

- **Soutenir et développer l'agroforesterie**, une pratique qui favorise le stockage du carbone tout en améliorant le rendement des exploitations agricoles et leur résilience : en réduisant les effets négatifs des sécheresses estivales, en protégeant les animaux et les terres des vents froids, des inondations et de l'érosion et en favorisant le maintien et le développement de la biodiversité locale.

Pour les membres du GIEC régional, 2 % des parcelles cultivées et des friches situées aux alentours des métropoles devront être convertis chaque année en surfaces agroforestières (20 000 ha/an)<sup>50</sup>, avec un objectif de plantation annuelle minimum de 900 000 arbres à partir de 2024. En 2050, près de la moitié des surfaces cultivées seront ainsi occupés par l'agroforesterie, favorisant une séquestration additionnelle du carbone avoisinant les 1,5 Mteq CO<sub>2</sub>/an<sup>51</sup>.

En parallèle, le GIEC propose d'accompagner cette mesure par :

- La plantation annuelle de 1 000 kilomètres par an. Cette mesure, si elle est appliquée dès 2024, permettra un stockage additionnel d'environ 3 teq CO<sub>2</sub>/km/an d'ici à 2050<sup>52</sup>.

*La renaturation des espaces urbanisés par la désimpermeabilisation et la revégétalisation contribue à l'adaptation des territoires aux changements climatiques.*

- L'amélioration de la gestion des prairies permanentes. À titre d'exemple, remplacer le fauchage par du pâturage permet de séquestrer environ 1 teq CO<sub>2</sub>/ha/an<sup>53</sup>.
- L'insertion de prairies temporaires, et l'allongement de leur durée, qui permettrait de séquestrer environ 1 teq CO<sub>2</sub>/ha/an<sup>54</sup>.
- L'enherbement inter-rang des vignes afin de séquestrer environ 1,5 teq CO<sub>2</sub>/ha/an<sup>55</sup>.

Pour le GIEC des Pays de la Loire, ces mesures devraient être en mesure de séquestrer 0,5 Mt eqCO<sub>2</sub>/an en 2050.

- **Accompagner la gestion durable des forêts.** Depuis 30 ans, les surfaces forestières ont progressé en Pays de la Loire (+ 53 407 ha)<sup>56</sup>. Cet accroissement naturel de la forêt, consécutif au boisement spontané de terres agricoles en déprise, génère une augmentation des puits de carbone de l'ordre de 0,05 Mteq CO<sub>2</sub>/an<sup>57</sup>. Si la tendance se confirme, ce sont près de 1,5 Mteq CO<sub>2</sub>/an qui seront séquestrés en 2050. Pour le GIEC, cela suppose que les acteurs de la filière puissent accompagner la gestion durable des forêts ligériennes, à travers la plantation de 500 000 arbres par an.





© Région des Pays de la Loire - Vigouroux-Perspective

- ♦ **Lutter contre l'artificialisation des sols et favoriser la renaturation des espaces urbains.**  
L'extension urbaine - lorsqu'elle implique un décapage superficiel des sols - libère du carbone dans l'atmosphère, de l'ordre de 200 à 300 tonnes (équivalent CO<sub>2</sub>) par hectare<sup>58</sup>. Au vu du taux d'artificialisation dans les Pays de la Loire, ce sont donc environ 300 à 400 000 teq CO<sub>2</sub> qui sont déstockées chaque année dans la région. Le GIEC invite donc les acteurs à accélérer leurs efforts de densification, de renouvellement urbain et de préservation des sols non artificialisés dans les zones urbaines. À cet égard, il suggère d'encourager les études géologiques sur la qualité des sols dans les zones urbanisées afin d'évaluer le niveau et les types de dégradation et d'aider ainsi à la mise en œuvre d'actions ajustées de re-fonctionnalisation des sols.

Au-delà de son impact pour atténuer le bilan carbone de la région, il convient ici de rappeler que la renaturation des espaces urbanisés par la désimperméabilisation ou la revégétalisation contribue aussi à l'adaptation des territoires et des populations aux changements climatiques : lutte contre les îlots de chaleur, renforcement de l'infiltration des eaux, amélioration de la qualité de l'air, contribution au bien-être...



- **Accélérer la restauration des zones humides**, et notamment des tourbières qui jouent un rôle majeur dans la séquestration du carbone. À l'échelle mondiale par exemple, elles stockent l'équivalent de 75 % du carbone rejeté dans l'atmosphère alors qu'elles ne représentent que 3 % des terres émergées. Pour préserver leur état de conservation, le GIEC régional encourage les actions de protection et de restauration des tourbières telles celles réalisées par le CEN des Pays de la Loire, la DREAL, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne (dans le cadre des contrats territoriaux) et la Fondation du patrimoine. Car si les tourbières fixent le CO<sub>2</sub> atmosphérique à raison de 0,7 à 2,2 teq CO<sub>2</sub>/ha/an<sup>59</sup>, elles sont aussi des milieux émetteurs de carbone organique dissous, de méthane (CH<sub>4</sub>) et de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). C'est pourquoi, en plus de maintenir la capacité des tourbières à séquestrer du CO<sub>2</sub>, leur préservation contribue aussi à éviter le relâchement dans l'atmosphère des stocks de GES qu'elles ont déjà accumulés.

Pour les membres du GIEC des Pays de la Loire, la restauration des zones humides existantes et la reconnexion marine de certains polders agricoles s'avèreront également particulièrement utiles dans la gestion du trait de côte et du risque de submersion marine.

Pour compléter les mesures précédentes, le GIEC régional suggère également d'**expérimenter la création de puits de carbone artificiels**, notamment en milieu urbain, en installant - par exemple - des cultures de microalgues sur les toitures et les façades des bâtiments, un procédé efficace pour la séquestration et le stockage du CO<sub>2</sub> ; en transformant les granulats de béton recyclés (du matériau de déconstruction concassé) en puits de carbone. La carbonatation est particulièrement favorable à une amélioration de la qualité du granulats recyclés issu du béton de démolition, facilitant ainsi sa réutilisation<sup>60</sup>.



© Région Pays de la Loire - PB. Fourmy

# CRÉER UN MARCHÉ LOCAL DE COMPENSATION CARBONE

Pour aider la région à atteindre ses objectifs climatiques, le GIEC des Pays de la Loire propose la création d'un marché local du carbone. Son ambition : proposer aux organisations qui souhaitent compenser volontairement leurs émissions de gaz à effet de serre, d'acquérir des crédits carbone auprès d'un fonds régional destiné à financer des projets de décarbonation dans les Pays de la Loire.

Cet échange carbone pourrait se faire par l'intermédiaire d'une Société coopérative d'intérêt collectif dont la mission consisterait à mettre en relation les porteurs de projets (ceux qui ont des projets de réduction des émissions de CO2) et les contributeurs financiers (ceux qui souhaitent compenser leurs émissions).

*En valorisant la plantation par un agriculteur d'une haie sur ses terres, l'instauration d'un marché carbone régional permettrait à la fois de lui apporter des revenus supplémentaires et d'améliorer le bilan carbone de la région.*

Ainsi, et par exemple, en valorisant la plantation par un agriculteur d'une haie sur ses terres, le mécanisme permettrait à la fois de lui apporter des revenus supplémentaires et d'améliorer le bilan carbone de la région.

Ce mécanisme de compensation, qui s'appuierait sur l'outil de comptabilité carbone adopté par la Conférence régionale sur le climat, constituerait donc un outil complémentaire au marché européen du carbone auquel plus de 53 entreprises ligériennes sont déjà soumises<sup>61</sup>.





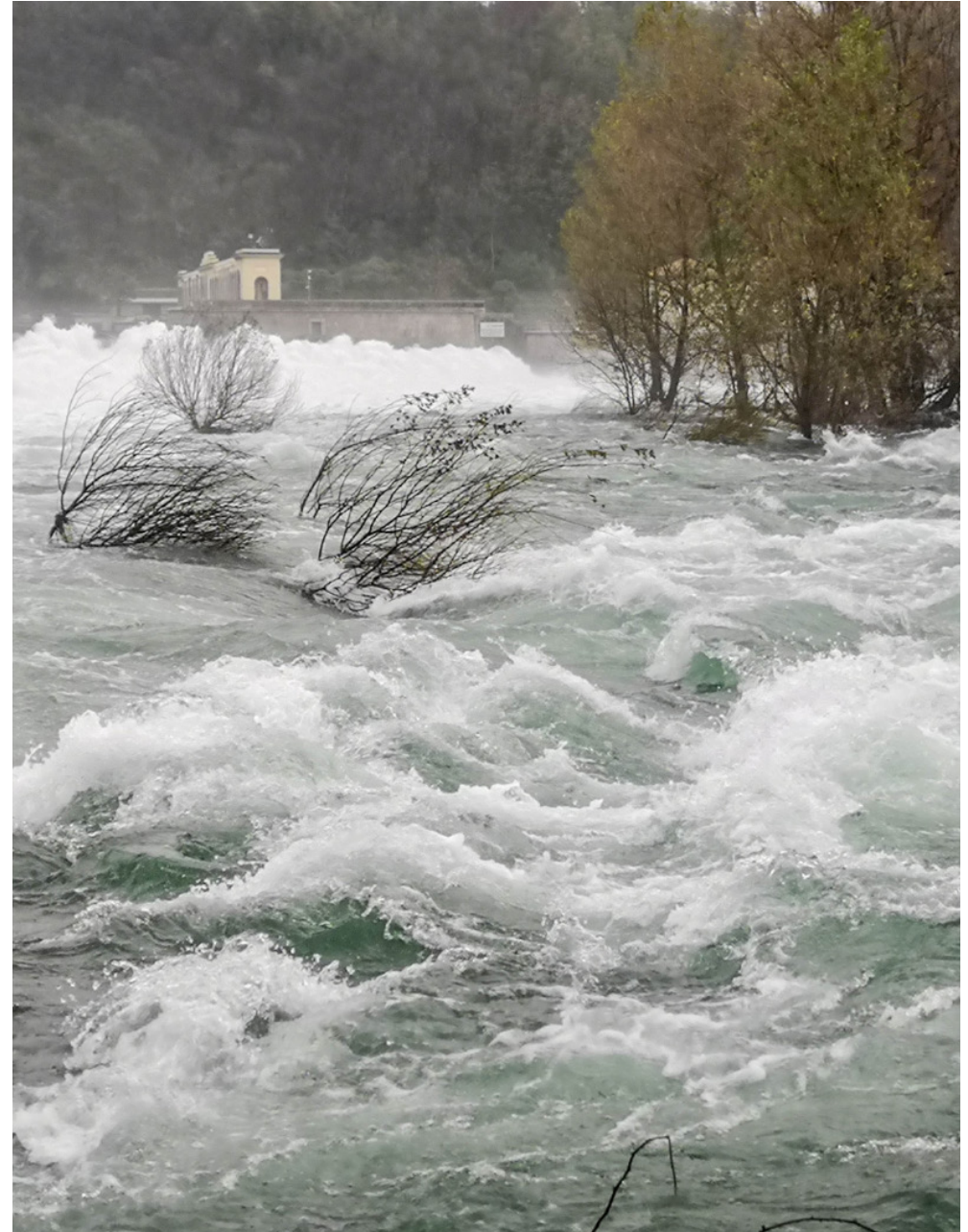




## chapitre 3

# RENFORCER L'ADAPTATION DES ACTEURS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Désormais, aucune trajectoire ne permettra de contraindre le réchauffement global en deçà de 1,5°C. Au vu des impacts des changements climatiques prévisibles sur le territoire des Pays de la Loire, il est donc indispensable d'y compléter les mesures d'atténuation, par la définition et la mise en œuvre d'actions concrètes en faveur de l'adaptation.



# DÉVELOPPER UNE CULTURE DU RISQUE CLIMATIQUE

Dans les Pays de la Loire, comme dans de nombreuses régions, le niveau de connaissance des risques liés aux changements climatiques est largement insuffisant au regard des enjeux réels, y compris sur les zones les plus exposées. Or, tout comme la mesure de risque est un préalable à l'action, la connaissance des enjeux est un préalable à l'évaluation du risque. Pour remédier à cette situation, le GIEC régional propose que des actions de sensibilisation et d'éducation soient menées auprès des décideurs régionaux et des populations. Chaque habitant doit être en mesure de comprendre la réalité des changements climatiques en Pays de la Loire, et de mesurer son degré d'exposition aux risques.

Dans cette perspective, le GIEC suggère qu'un guide soit publié à l'attention des communes et des organismes de formation, pour leur permettre de sensibiliser les citoyens aux risques auxquels ils peuvent être exposés sur le territoire de leur commune ainsi que, si possible, sur l'ensemble du territoire.

*L'adaptation de la région aux impacts du changement climatique dépend fortement de l'évaluation des risques, de leur précision géographique et de la mise en place de systèmes d'alertes*

L'adaptation de la région aux impacts du changement climatique étant fortement dépendante de l'évaluation des risques, de sa précision géographique et de la mise en place de systèmes d'alerte et de stratégies de réduction de risques ajustés aux réalités locales, le GIEC suggère aussi qu'une plateforme soit créée pour y rassembler la géolocalisation, la nature, et le caractère essentiel des : bâtiments publics (mairies, crèches, écoles, collèges, lycées, ateliers municipaux...), des infrastructures et des actifs de production des entreprises ligériennes (usines, entrepôts, plateformes logistiques...).

En parallèle, il propose d'engager un plan de formation des élus et des services de collectivités à la gestion de crise face aux aléas climatiques (submersion, tempêtes...).

# S'APPUYER SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Quand il sont en bonne santé, les écosystèmes tels que les forêts et les zones humides jouent un rôle fondamental dans l'atténuation des changements climatiques puisque, grâce à la photosynthèse, ils absorbent près de 7 % des émissions de CO<sub>2</sub> générées sur le territoire. Plus globalement, ils constituent aujourd'hui les plus grands réservoirs naturels de carbone.

En même temps, ils contribuent à atténuer les événements extrêmes tels que tempêtes, inondations et canicules : ainsi, alors que les zones humides régulent les inondations ou protègent les ressources en eau lors des sécheresses, les espaces verts, eux, jouent un rôle important en période de canicules. Ils rafraîchissent la température de l'air en milieu urbain et améliore sa qualité.

S'appuyant sur ces constats, le GIEC régional recommande de relever le défi de l'adaptation aux changements climatiques dans les Pays de la Loire en s'appuyant prioritairement sur les écosystèmes. Les solutions fondées sur la nature ont un impact positif sur le bien-être humain et offrent une alternative économiquement viable, durable et souvent moins coûteuse à très long terme que des investissements technologiques ou la construction et l'entretien d'infrastructures<sup>62</sup>.

*Quand il sont en bonne santé, les écosystèmes jouent un rôle fondamental dans l'atténuation des changements climatiques.*

Dans cette perspective, le GIEC suggère de :

- ♦ **Préserver et restaurer les zones humides** ainsi que les champs d'expansion des crues. Ces « infrastructures naturelles » peuvent très souvent remplacer les infrastructures artificielles ou être combinées avec ces dernières, et constituent des solutions de gestion des inondations moins coûteuses et plus durables tout en offrant des habitats naturels pour la faune et la flore aquatiques.
- ♦ **Reconnecter certains polders agricoles** afin de restaurer des zones marnantes sur le littoral et dans l'estuaire, ce qui permettrait de reconstituer des écosystèmes intertidaux rendant d'innombrables services (contre les submersions, pour la biodiversité, pour l'amélioration de la qualité de l'eau...).
- ♦ **Accélérer la renaturation des milieux urbains**<sup>63</sup> grâce, notamment, au développement d'espaces verts, au maintien ou à la création de milieux naturels et, dans une moindre mesure, au développement des toitures végétalisées car ils contribuent ensemble à lutter contre l'élévation des températures en milieu urbain et à améliorer la biodiversité de la faune et la flore.
- ♦ **Renforcer la protection et la stabilisation des dunes** dont le maintien permet non seulement de fixer le sol et de dissiper la houle, mais aussi de contribuer à l'équilibre sédimentaire et de protéger les zones basses des submersions marines.
- ♦ **Restaurer et la préserver les puits de carbone naturels** (arbres, haies...) qui permettent à la fois d'absorber le CO<sub>2</sub> rejeté dans l'atmosphère<sup>64</sup>, d'améliorer la qualité des sols et de préserver la ressource en eau tout en offrant habitat et protection à la biodiversité.

# REPENSER L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

La région des Pays de la Loire affiche une forte dynamique d'étalement urbain, notamment à proximité de son littoral. Cette artificialisation des sols fragilise la biodiversité et accélère le recul des espaces agricoles et naturels, dont la préservation est une composante essentielle de la capacité d'adaptation du territoire. Elle augmente les risques d'inondation par l'imperméabilisation des sols, participe à l'accroissement des îlots de chaleur en milieu urbain, fragilise les constructions en raison des phénomènes de retrait-gonflement des argiles, et contribue à aggraver les risques de submersions marines et d'érosions côtières sur le littoral.

En s'appuyant sur ces constats, le GIEC recommande de :

- ♦ **Réduire le rythme d'artificialisation des sols**, en travaillant sur les formes urbaines et en se concentrant sur le renouvellement urbain (friches, îlots dégradés, ...).
- ♦ **Réfléchir à des scénarios de redéploiement territorial** dans les secteurs où les risques littoraux sont élevés à court et moyen termes.

- ♦ **Accélérer la renaturation et la dés-imperméabilisation des sols urbains**. Outre l'amélioration du cadre de vie, cette mesure contribue à réduire le ruissellement des eaux ; favorise la biodiversité en permettant le mouvement des espèces et la connexion des zones entre elles (trame verte) ; participe de la lutte contre les îlots de chaleur.
- ♦ **S'inspirer des références « bioclimatiques »** (climatisations naturelles), qui ont pour ambition de tirer profit des conditions environnementales disponibles sur le territoire (biodiversité, vent, soleil), afin d'offrir le meilleur confort de vie possible aux résidents. De ce point de vue, une attention particulière doit être portée aux foyers modestes pour améliorer le confort thermique de leurs logements en période de vagues de chaleur ou de froid.
- ♦ **Renforcer les travaux de recherche sur les matériaux de construction plus durables** (de la production à la « valorisation-matière » qui inclut le recyclage), sur les matériaux naturels et biosourcés, ainsi que des modèles d'architecture et d'aménagement plus adaptés aux nouvelles conditions climatiques.







# SÉCURISER LA RESSOURCE ET LA PRODUCTION D'EAU POTABLE

Malgré d'abondantes ressources en eau, la région des Pays de la Loire n'est épargnée ni par les sécheresses<sup>65</sup> ni par la pollution de l'eau dont l'étendue atteint désormais un niveau inquiétant et met en évidence la nécessité de sécuriser l'approvisionnement en eau potable.

Pour parvenir à la préservation de la ressource en eau douce dans la région, le GIEC recommande de :

- ♦ **Réaliser des études prospectives quant à l'évolution des usages et des besoins en eau potable** (domestiques, agricoles, industriels).
- ♦ **Réaliser un diagnostic de vulnérabilité des stations de pompage** au regard des impacts des changements climatiques (niveau, débit, salinité, bouchons vaseux...).
- ♦ **Limiter les consommations d'eau potable** en encourageant une utilisation plus économe de l'eau et en faisant évoluer les process dans l'industrie (réutilisation des eaux usées ou des eaux de pluies).

*Ensemble, les sécheresses et la pollution de l'eau dans la région mettent en évidence la nécessité de sécuriser l'approvisionnement en eau potable.*

- ♦ **Réduire les fuites sur le réseau d'eau potable<sup>66</sup>** par un appui au diagnostic des réseaux puis à leur remplacement ou réparation ; par le développement de systèmes de détection de fuites en amont (« des réseaux intelligents / équipements communicants »).
- ♦ **Améliorer le niveau d'informations sur les conditions hydrogéologiques en temps réel** (niveau de nappes d'eau souterraines...).
- ♦ **Généraliser les systèmes d'alerte précoce en cas de restrictions des usages de l'eau.** Le système d'alerte EcoWatt<sup>67</sup>, utilisé pour informer la population sur les tensions sur le réseau électrique et réguler les consommations d'électricité pourrait inspirer la mise en place d'un dispositif similaire pour les ressources en eau.

# RENFORCER LA ROBUSTESSE DES INFRASTRUCTURES ET DES RÉSEAUX

L'expérience des dernières années a montré que des phénomènes climatiques de grande ampleur (tempêtes, canicules, vagues de froid...) peuvent provoquer des perturbations importantes sur les réseaux allant jusqu'à l'interruption prolongée des flux et des services. Surtout, au-delà des désagréments qui en résultent pour les usagers, elle a aussi vérifié que de tels aléas climatiques dégradent progressivement les caractéristiques mécaniques, électriques et numériques des équipements dont les événements extrêmes diminuent la durée de vie.

Pour adapter le territoire à ces conditions, le GIEC recommande d'entreprendre les actions suivantes :

- ♦ **Sécuriser les équipements et les infrastructures et augmenter leur résilience face aux changements climatiques** (enfouissement des réseaux électriques, de gaz et de communication, entretien plus régulier des abords des réseaux, déploiement de parafoudres sur l'ensemble des équipements...).
- ♦ **Renforcer les travaux de recherche sur le comportement des matériaux et des structures aux nouvelles sollicitations** pour, à la fois, prendre en compte l'augmentation des aléas (températures élevées sur des durées plus longues, effets de la houle et/ou des submersions temporaires...) et développer des solutions de construction ou de maintenance mieux adaptées.

- ♦ **Améliorer les délais de remise en service des réseaux défaillants** grâce au développement de formations spécifiques pour les équipes de maintenance mais aussi à la mise en place d'un système de gestion intelligente (installation de capteurs, logiciels de mesure et d'action à distance, détection automatique des défauts, fonction d'« auto-cicatrisation » du réseau, adaptation rapide en cas de chutes d'arbres sur les voies de communication..).
- ♦ **Diversifier les réseaux d'approvisionnement et de distribution** (énergie, communication, eau)
- ♦ **Développer une offre de transports variée**, alternative au tout-routier et créer des itinéraires bis pour les principaux axes de transports.
- ♦ **Limiter les interdépendances entre réseaux** (physiques, géographiques, logistiques et cybernétiques) pour réduire la vulnérabilité face au risque.



# CARTOGRAPHIER LA VULNÉRABILITÉ DES FILIÈRES ÉCONOMIQUES

Avec les agriculteurs et éleveurs, les entreprises ligériennes sont particulièrement exposées aux risques climatiques qu'il s'agisse des risques directs (bâtiments, ressources humaines, production), des risques sur leur secteur d'activités (ex : activités très carbonées) ou des risques indirects liés à la vulnérabilité de leurs fournisseurs et de leurs clients. Or, pour faire face à la nécessité de prévenir et de s'adapter, de nombreux chefs d'entreprises ne disposent pas aujourd'hui des informations nécessaires à la gestion des risques voire à la redirection de certains emplois ou activités.

Pour parer cette difficulté, le GIEC régional préconise de dresser **un diagnostic précis et détaillé de la vulnérabilité des différentes filières économiques** présentes sur le territoire aux différents risques climatiques (physiques, stratégiques et financiers)<sup>68</sup>. Avec ce diagnostic, il s'agira notamment d'amener les entreprises à mesurer et prévenir les risques encourus en cas d'événements climatiques extrêmes, à questionner la durabilité de leurs approvisionnements et de leur production, à anticiper l'évolution des pratiques et exigences de leurs clients, et ainsi, à adapter leurs pratiques, production et/ou activités.

Compte tenu des particularités du territoire ligérien et des industries qui y sont présentes, le GIEC régional suggère que ces études de vulnérabilité soient consacrées, en priorité, aux filières de l'agro-alimentaire, de la santé, du tourisme, de la pêche-aquaculture et de la construction. À chaque fois, elles devront fournir des pistes d'action pour renforcer la résilience de la filière dans son ensemble.



© Photo de Mika Baumeister sur Unsplash

# RENFORCER LA RÉSILIENCE DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

Compte-tenu de la diversité des exploitations et des situations, il est impossible pour le GIEC régional de dresser ici une liste complète des mesures d'adaptation pour le secteur agricole. Toutefois, il recommande d'engager les actions suivantes :

- **Accélérer la formation des agriculteurs aux enjeux relatifs aux changements climatiques** et aux impacts de leurs différentes pratiques sur le climat, les ressources, la biodiversité, la pérennité de leurs exploitations ou sur la santé ; **leur apporter un appui à la fois social et financier** pour accompagner l'évolution de leurs pratiques, exploitations et modèles agricoles (changement de matériel, rencontres entre agriculteurs pour s'inspirer des bonnes pratiques, promotion de l'autoproduction d'énergie, développement de l'agroforesterie...).
- **Diversifier les assolements et développer des nouvelles pratiques culturales** : mélanges prairiaux, rotations de cultures, valorisation de la période végétative, choix de variétés mieux adaptées au climat local et à son évolution, adaptation des calendriers...
- **Développer des cultures sous abris pour les variétés sensibles aux aléas violents** : maraichage, petits fruits, vignes) en privilégiant les techniques agrivoltaïques (les abris pouvant accueillir une couverture photovoltaïque importante).

- **Engager un programme de préservation, d'entretien et de plantation de haies bocagères, et développer des systèmes agroforestiers.** Ces mesures contribueront autant à séquestrer le CO<sub>2</sub> qu'à atténuer les effets des sécheresses estivales, protéger les animaux et les terres des vents froids, des inondations et de l'érosion et protéger la biodiversité locale.
- **Protéger la ressource en eau**, en facilitant son infiltration dans les sols, en développant des techniques d'irrigation économes (goutte à goutte), en préservant la reconstitution des nappes et leur qualité. Pour les scientifiques, le stockage de l'eau en surface dans les retenues pour faire face au déficit hydrique expose à des problèmes d'évaporation, de pollution, voire d'épuisement des nappes sur le long terme. En l'état des connaissances, le GIEC régional recommande d'interdire la construction d'ouvrages de stockage de l'eau de grande dimension (méga-bassines) qui seraient remplis par pompage dans les nappes phréatiques<sup>69</sup>.
- **Adapter les bâtiments d'élevage et les modalités de transport du bétail aux fortes chaleurs en été** pour préserver le bien-être animal et la productivité des exploitations<sup>70</sup>.
- **Inciter les habitants à adopter des pratiques alimentaires plus adaptées aux évolutions climatiques** en les invitant à tenir compte de l'impact de leur alimentation sur les modes de production (privilégier les produits locaux et de saison, réduire la consommation de viande...) et en les sensibilisant aux différents bénéfices que ces évolutions de régime alimentaire pourront apporter, que ce soit en termes écologiques, économiques ou de santé.
- **Réaliser une veille sanitaire** pour surveiller et anticiper l'apparition de nouvelles pathologies en lien avec les changements climatiques (zoonoses, parasitoses, arboviroses).

# CRÉER UN FONDS D'URGENCE CLIMATIQUE

Constatant que le montant des dommages liés aux changements climatiques va très fortement augmenter dans les Pays de la Loire et que d'ici à 2050, les assureurs calculent, par exemple, que le coût lié aux inondations par débordement pourrait progresser de 50 % à 75 % dans le Maine-et-Loire et la Sarthe, voire de 100 % à 150 % en Vendée et en Loire-Atlantique<sup>71</sup>, le GIEC des Pays de la Loire suggère la **création d'un fonds d'urgence climatique**.

Inspirée du fonds territorial résilience que le Conseil régional avait créé pour aider les entreprises à faire face à la crise sanitaire, cette épargne de précaution aurait pour vocation de :

- Canaliser les financements publics vers les territoires et les filières les plus vulnérables.
- Éviter aux acteurs locaux de s'endetter en cas d'évènements imprévus.
- Inciter les entreprises, par le biais d'aides ponctuelles, à mettre en place des programmes spécifiques d'assurance pour faire face, par exemple, aux risques de gel tardif d'échaudage ou de pénurie de fourrage, et les aider ainsi devenir plus résilientes à court terme, en attendant que l'évolution des pratiques se généralisent et pèsent moins sur la collectivité.



© Photo de Wesley Tingey sur Unsplash



# CONCLUSION

Le premier rapport du GIEC des Pays de la Loire, publié en juin 2022, mettait en évidence la vulnérabilité et la fragilité des territoires ligériens face aux changements climatiques mais aussi les risques auxquels entreprises et population se trouvent ainsi exposées. En même temps, le rapport soulignait l'importance d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre mais aussi d'entrer dans une logique d'adaptation des pratiques, références et comportements pour réduire les risques et faire émerger de nouveaux possibles. C'est à ces objectifs que le présent recueil de propositions est consacré, mais pas seulement.

Au-delà de la capacité des Pays de la Loire à surmonter les risques climatiques, il importe en effet que les responsables économiques et politiques de la région puissent se saisir des opportunités ouvertes par la transition écologique qui, bientôt, détermineront ensemble la compétitivité et la prospérité du territoire. Techniques agricoles, modèles urbains, technologies intelligentes, production énergétique et nouveaux services aux habitants : telles sont quelques-unes des nombreuses opportunités d'innovation et de performance qui, dans les deux prochaines décennies, ne manqueront pas d'émerger et de créer de l'emploi, mais aussi d'apporter bien-être et sécurité aux populations, si toutefois les acteurs de la région se donnent ensemble les moyens de questionner les modèles obsolètes pour leur en substituer de nouveaux, plus durables et moins risqués. Tel est donc aussi le souhait que formulent les membres du GIEC des Pays de la Loire en publiant ce rapport.

# Notes bibliographiques

<sup>1</sup>Ribes et al. (2022). An updated assessment of past and future warming over France based on a regional observational constraint, *Earth Syst. Dynam.*, 13, 1397–1415. <https://doi.org/10.5194/esd-2022-7>

<sup>2</sup>Basemis Air Pays de la Loire (2021). Inventaire 2008 à 2018 - consommations d'énergie, production d'énergie renouvelable, émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en Pays de la Loire. [https://www.airpl.org/sites/default/files/reports/airpl\\_guide\\_methodo\\_basemisV6\\_2021-10-25-f.pdf](https://www.airpl.org/sites/default/files/reports/airpl_guide_methodo_basemisV6_2021-10-25-f.pdf)

<sup>3</sup>Basemis Air Pays de la Loire (2021), op. cit.

<sup>4</sup>Basemis Air Pays de la Loire (2021), op. cit.

<sup>5</sup>Basemis Air Pays de la Loire (2021). Inventaire 2008 à 2018 - consommations d'énergie, production d'énergie renouvelable, émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en Pays de la Loire. [https://www.airpl.org/sites/default/files/reports/airpl\\_guide\\_methodo\\_basemisV6\\_2021-10-25-f.pdf](https://www.airpl.org/sites/default/files/reports/airpl_guide_methodo_basemisV6_2021-10-25-f.pdf)

<sup>6</sup>Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (2022). Rapport – Synthèse de l'état des lieux, stratégies et objectifs. [https://www.paysdelaloire.fr/sites/default/files/2022-04/1\\_rapport-objectifs\\_sraddet-approuve.pdf](https://www.paysdelaloire.fr/sites/default/files/2022-04/1_rapport-objectifs_sraddet-approuve.pdf)

<sup>7</sup>Une étude britannique publiée en 2021 a démontré qu'en France, 74 % des jeunes avaient peur de l'avenir, en raison des changements climatiques. Source: Hickman C., Marks E. et al. (2021). Young people's voices on climate anxiety, government betrayal and moral injury: a global phenomenon. *The Lancet Planetary Health*, Volume 5, number 9. <https://ssrn.com/abstract=3918955>

<sup>8</sup>En Pays de la Loire, il existe de nombreux réseaux étudiants qui agissent sur les questions climatiques. On peut citer l'Adema, le réseau CPIE, la GRAINE, RTSE, Génération Climat, Youth for Climate, Together for earth, BDD- IMT Atlantique ou encore la COP 3 à Angers.

<sup>9</sup>Objectifs du Pacte Vert européen – Green Deal

<sup>10</sup>Groupe Caisse des Dépôts (2021). La commande publique chute de 18 % en 2020 mais se reprend en fin d'année. <https://www.caissedesdepots.fr/blog/article/la-commande-publique-chute-de-18-en-2020>

<sup>11</sup>Avec 11.2 % de surfaces artificialisées, les Pays de la Loire sont actuellement au 4ème rang national. Source : Agreste Pays de la Loire (2021). L'occupation du sol entre 1982 et 2018. [https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Dos2103/Dossiers%202021-3\\_TERUTI.pdf](https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Dos2103/Dossiers%202021-3_TERUTI.pdf)

<sup>12</sup>43% des émissions de GES proviennent des produits pétroliers, 13 % du gaz naturel, 5 % de l'électricité et 1 % des autres sources d'énergie. Basemis Air Pays de la Loire (2022). Tableau de bord des émissions. <https://www.airpl.org/emissions-climat/tableau-de-bord>

<sup>13</sup>RTE (2021). Futurs énergétiques 2050 : Principaux résultats. [https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-10/Futurs-Energetiques-2050-principaux-resultats\\_0.pdf](https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-10/Futurs-Energetiques-2050-principaux-resultats_0.pdf)

<sup>14</sup>Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires & Ministère de la Transition Énergétique (2022). Sobriété énergétique : un plan pour réduire notre consommation d'énergie. <https://www.ecologie.gouv.fr/sobriete-energetique-plan-reduire-notre-consommation-denergie>

<sup>15</sup>Pour le GIEC des Pays de la Loire, l'efficacité énergétique désigne l'ensemble des pratiques mise en œuvre afin de consommer moins d'énergie pour un même service, au travers d'optimisation. La sobriété énergétique vise quant à elle à une réduction de l'énergie consommée au travers de transformations sociales, et de changements de mode de vie (consommation plus raisonnée).

<sup>16</sup>BASEMIS Air Pays de la Loire (2022). Extraction des données BASEMIS V6 - Années 2009 et 2018 – Mai 2022.

<sup>17</sup>Les bâtiments tertiaires (postes de travail vacants, locaux vides le soir ou le week-end) sont aujourd'hui inutilisés à hauteur de 55 à 70 % du temps. En ce qui concerne les résidences secondaires et les logements vacants, ils représentent 348 000 logements en Pays de la Loire. Fort de ces constats, le GIEC des pays de la Loire propose d'engager une réflexion sur l'intensification des usages. Source : CERC Pays de la Loire (2021). Bâtiment durable et transition énergétique. L'actualité trimestrielle du développement durable sur les marchés du bâtiment en Pays de la Loire. <https://www.cerc-paysdelaloire.fr/wp-content/uploads/2021/04/2107-ETUDE-BatimentDurable22.pdf>

<sup>18</sup>Dans la région, l'habitat collectif représente 28,9% contre 44,8% à l'échelle nationale. Source : Insee (2022) <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=REG-52>.

<sup>19</sup>En 2018, 60% des logements de la région étaient classés E, F ou G. Un effort sur la formation et l'accompagnement des artisans en matière de transition énergétique est donc à prévoir. Les rénovations des logements doivent être entreprises par étapes (succession de travaux), permettant l'atteinte de la performance BBC-Rénovation pour 400 000 bâtiments en 2035 et 850 000 en 2050. Source : Observatoire DPE Ademe (2019).

<sup>20</sup>Le chauffage constitue la source principale d'émissions de GES du secteur du bâtiment, provenant principalement du fioul et du gaz. Pour décarboner le bâtiment en région, une solution est de substituer les chaudières fioul par des solutions alternatives bas carbone. Par exemple, les pompes à chaleur qui, pour 1 TWh d'électricité utilisé, restituent entre 2 et 4 TWh d'énergie thermique. Source : EDF R&D (2020). Etude prospective énergétique Pays de la Loire.

<sup>21</sup>Les trois quarts de l'emprise énergétique quotidienne d'un ménage français moyen sont de l'énergie grise (Chancel L. & Pourouchottamin P. (2013). L'énergie grise : la face cachée de nos consommations. [https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/pb0413\\_lc\\_conso-energie.pdf](https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/pb0413_lc_conso-energie.pdf)), d'où l'intérêt de considérer l'énergie grise comme un critère dans le choix d'un matériau. Par exemple, le polystyrène expansé a une énergie grise de 450 kWh/m<sup>3</sup>, contre 50kWh/m<sup>3</sup> pour la cellulose de bois (Ecoconso (2016). L'énergie grise des matériaux. <https://www.ecoconso.be/fr/L-energie-grise-des-materiaux-de>).

<sup>22</sup>Dans les Pays de la Loire, le secteur de la construction utilise 18 % de l'énergie consommée par l'industrie ligérienne, et les matériaux de construction 13 %. Source : Basemis Air Pays de la Loire (2022), op. cit.

<sup>23</sup>Roudil, N. et al. (2015). La consommation d'énergie à l'épreuve des pratiques et savoirs d'usage des habitants. Dans : ZELEM, Marie-Christine (dir.) ; BESLAY, Christophe (dir.). *Sociologie de l'énergie : Gouvernance et pratiques sociales*. Nouvelle édition [en ligne]. Paris : CNRS Editions, 243-252. (généré le 07 mars 2022). Disponible sur Internet : <https://books.openedition.org/editions-cnrs/25758>. ISBN : 9782271130471. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.25758>

<sup>24</sup>La start-up Design Way a expérimenté ce dispositif pour la ville de La Rochelle (<https://www.sudouest.fr/economie/transports/la-rochelle-la-start-up-design-way-imagine-les-livraisons-en-ville-de-demain-8157096.php>).

<sup>25</sup> Actuellement, 67 % des actifs utilisent leurs voitures pour effectuer des trajets inférieurs à 5 km (du domicile au travail). Source : Insee (2021). Déplacements domicile-travail : la voiture en pole position, même pour de courtes distances. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5011745>

<sup>26</sup> L'outil HEAT a calculé que la pratique du vélo avait permis d'éviter 260 morts sur 10 ans, et un bénéfice économique de 1005 millions d'euros sur Nantes Métropole (Gassiot, M. et al. (2016) Pratiques quotidiennes du vélo à Nantes : approche croisée de la santé et de la mobilité. Dans : Santé Publique, 2016/HS (S1), p. 75-82. DOI : 10.3917/spub.160.0075. URL : <https://www.cairn.info/revue-sante-publique-2016-HS-page-75.htm>). De plus, la pratique du vélo présente de nombreux avantages sanitaires à découvrir en détail dans l'étude suivante. (ORS Ile-de-France (2012). Les bénéfices et les risques de la pratique du vélo. [https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/Etude\\_1580/RapportVeloBeneficesRisques\\_1\\_.pdf](https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/Etude_1580/RapportVeloBeneficesRisques_1_.pdf))

<sup>27</sup> Cerema (2022). Quel avenir pour les petites lignes ? Potentiel, technique, gouvernance. <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/quel-avenir-petites-lignes>

<sup>28</sup> Dans les Pays de la Loire, 90 % des actifs sont seuls dans leur voiture quand ils se rendent sur leur lieu de travail. Source : Insee (2021). Déplacements domicile-travail : la voiture en pole position, même pour de courtes distances. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5011745>

<sup>29</sup> L'écoconduite, et plus particulièrement une réduction de la limite de vitesse, présente des avantages pour la santé grâce à la prévention des risques et mais aussi des avantages environnementaux au travers d'une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub>. De plus, une écoconduite à un fort impact sur la consommation du carburant et d'énergie. Une étude prouve une réduction jusqu'à de 45% de cette consommation. Source : Andrieu, C. (2009). Analyse statistique d'une expérience d'étude de l'écoconduite : vers la conception d'un « éco index ». <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03596840/document>

<sup>30</sup> L'aéroport Nantes-Atlantique a accueilli 6,2 millions de passagers en 2018, dont un peu plus de 40% provenaient de France. Les trains de nuit pourraient être multipliés lors des périodes de forte affluence comme les vacances ou les week-ends. Sur la période 2010-2018, les Pays de la Loire ont enregistré 2 692 570 nuitées supplémentaires dans des hôtels ou campings en Pays de la Loire. Source : E-start (2019). Chiffres clés du tourisme des Pays de la Loire. [https://solutions-pro-tourisme-paysdelaloire.fr/wp-content/uploads/2019/09/Chiffres\\_cles\\_tourisme\\_pays\\_loire\\_2019.pdf](https://solutions-pro-tourisme-paysdelaloire.fr/wp-content/uploads/2019/09/Chiffres_cles_tourisme_pays_loire_2019.pdf)

<sup>31</sup> En 2020, la France était la seconde destination d'Europe du tourisme à vélo devant l'Allemagne. Source : Ademe (2020). Impact économique et potentiel de développement des usages du vélo en France : <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/en-pratique/etudes-et-statistiques/dossiers-de-la-DGE/impact-economique-et-potentiel-developpement-velo-en-france.pdf>) Ce potentiel touristique, si associé à un développement du cyclotourisme ou autre slow tourisme, peut amener à un amoindrissement de l'impact carbone futur en plus de présenter des co-bénéfices (de santé, économique, environnementaux...

<sup>32</sup> Une filière délocalisant sa production peut avoir pour conséquence l'augmentation de son empreinte carbone de 50 %. Source : Deloitte (2021) [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/fr/Documents/sustainability-services/deloitte\\_uniden\\_redeploiement-industriel-2021%20lite.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/fr/Documents/sustainability-services/deloitte_uniden_redeploiement-industriel-2021%20lite.pdf)

<sup>33</sup> En France, le potentiel de chaleur fatale de l'industrie est estimé à 36% de sa consommation de combustibles. Source : Engie Solutions (2020). Récupération de chaleur fatale : quel potentiel dans l'industrie ? <https://www.engie-solutions.com/fr/actualites/recuperation-chaleur-fatale>

<sup>34</sup> A titre d'exemple, si la production actuelle d'hydrogène gris était remplacée par de l'hydrogène vert, la France réduirait à elle seule ses émissions de CO<sub>2</sub> de 6 millions de tonnes par an. Source : RTE (2022). Hydrogène vert : mythe ou réalité. <https://www.rte-france.com/actualites/hydrogene-vert-mythe-realite>

<sup>35</sup> L'énergie consommée par l'éclairage public dans les collectivités territoriales représente 41% des consommations d'électricité. Source : ADEME (2022). Eclairage public : un gisement d'économies d'énergie. <https://expertises.ademe.fr/collectivites-secteur-public/patrimoine-communes-comment-passer-a-l'action/eclairage-public-gisement-deconomies-denergie>

<sup>36</sup> International Synergies. Projects. <https://www.international-synergies.com/ourprojects/nisp/>

<sup>37</sup> En région, 7,5% des actifs utilisaient le vélo pour aller travailler à moins de 5kms en 2017. Source : Insee (2021). Déplacements domicile-travail : la voiture en pole position, même pour de courtes distances. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5011745#consulter>). En 2020, 15 000 vélos supplémentaires ont été transportés avec le Train Loire à Vélo. Source : Région Pays de la Loire (2021). Feuille de route régionale en faveur de la pratique du vélo. <https://www.paysdelaloire.fr/sites/default/files/2021-02/plaquette-velo.pdf>). Plusieurs projets économiques répondent déjà à cet engouement autour du vélo (filiale interrégionale Cygo, véloroutes européennes et nationales, établissements labellisés « Accueil Vélo » ...

<sup>38</sup> Un Français parcourt en moyenne 1 360 km par an pour son alimentation – dont 80 % pour ses achats et 20 % pour se restaurer hors de son domicile –, soit un volume annuel de GES de 8,5 MteqCO<sub>2</sub>. Source : Barbier C. et al. (2019). L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France de la production à la consommation. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-32955-etude.pdf>

<sup>39</sup> Basemis Air Pays de la Loire (2021). Op.cit.

<sup>40</sup> A titre d'exemple, la fabrication des engrais minéraux dans les Pays de la Loire représente à elle seule 793 kteqCO<sub>2</sub>, soit 2,5 % des émissions régionales de gaz à effet de serre (GES) en 2018. Source : Union des Industries de la Fertilisation (2018-2019). Les livraisons d'engrais minéraux en France métropolitaine. [https://www.unifa.fr/sites/default/files/2021-03/brochure\\_tableau\\_2018-2019.pdf](https://www.unifa.fr/sites/default/files/2021-03/brochure_tableau_2018-2019.pdf)

<sup>41</sup> Organisation des Nations unies pour l'alimentation(2016). Sols et légumineuses, une symbiose vitale. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/82801>

<sup>42</sup> Chaque année, plus d'un million de tonnes de tourteaux de soja en provenance du Brésil transitent par le port de Montoir-Saint-Nazaire, soit plus de 520 kteqCO<sub>2</sub> auxquelles il convient aussi d'associer les impacts de la déforestation amazonienne. Source : Feedsim Avenir (2018). 7,3 millions de tonnes de tourteaux consommés en France en 2018. <https://feedsimavenir.com/7-3-millions-de-tonnes-de-tourteaux-consommés-en-france-en-2018/>

<sup>43</sup> Expérimentations de récupération d'urines pour les transférer pour l'agriculture urbaine/péri-urbaine. Source : Maysonnae, E. et al. (2016). L'or liquide : L'innovation sociotechnique en assainissement par la mise en synergie d'acteurs locaux : le cas de la collecte sélective des urines sur le plateau de Saclay. <https://core.ac.uk/download/pdf/47368198.pdf>

<sup>44</sup> Basemis Air Pays de la Loire (2021). Op.cit.

<sup>45</sup> INRA, Rôles, impacts et services issus des élevages en Europe (2016) <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/esco-elevage-eu-resumefrancaismaj-12janv.doc.pdf>

<sup>46</sup> Pour illustration, les scénarios Transitions 2050 de l'ADEME et le Plan de Transformation du Shift Project proposent une division par 3 de la consommation de viande (ADEME), une division par 3 de la production de viande (PTEF Shift), une réduction de 33% de la production de lait et d'œufs (PTEF Shift) et une division par 2 les produits de la pêche (PTEF Shift). Sources : ADEME (2021). Prospective - Transitions 2050. <https://librairie.ademe.fr/cadic/6531/transitions2050-rapport-comprimee.pdf>. Shift Projet (2020). Plan de transformation de l'économie française - fiche agriculture et alimentation. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2021/04/TSP-PTEF-V1-FL-Agriculture.pdf>

<sup>47</sup> En Pays de la Loire, diminuer notre consommation de produits carnés de 50% permettrait à un habitant de diminuer ses émissions de gaz à effet de serre de 35% par an, de diminuer son impact sur la pollution de l'eau de 35% et de réduire de 50% la déforestation importée qu'il provoque. Source : Terre de Liens, Fédération Nationale de l'Agriculture Biologique (FNAB) et BASIC (2023). Outil PARCEL. <https://parcel-app.org>

<sup>48</sup> Source : Terre de Liens, Fédération Nationale de l'Agriculture Biologique (FNAB) et BASIC (2023). Op.cit.

<sup>49</sup> Terres Univia. (2020) Les paiements pour services environnementaux quels atouts des oléagineux et légumineuses ? <http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/brochures/brochure-PSE-terres-univia.pdf>

<sup>50</sup> Pour estimer les potentialités de stockage additionnel de carbone liées à la plantation d'arbres dans des parcelles agricoles, le GIEC s'appuie sur une étude de l'INRAE. Il préconise la plantation de 45 arbres/ha sur des parcelles cultivées (hors cultures permanentes : vignes, vergers, pépinières ligneuses...) dont la surface est estimée à ce jour à 1 million d'hectares. Stocker du carbone dans les sols français. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/Rapport%20Etude%20p1000.pdf>

<sup>51</sup> Le stockage du carbone dans la biomasse et le sol dépend de la croissance et de la densité des arbres. Le GIEC préconise une diversification des plantations, avec des arbres à croissance rapide et des arbres à croissance lente. Hors main d'œuvre, le coût de la plantation de 900 000 arbres est compris entre 15 et 20 millions d'euros. Source : GIEC des Pays de la Loire (2023)

<sup>52</sup> Pour estimer les potentialités de stockage additionnel de carbone liées à la plantation d'arbres dans des parcelles agricoles, le GIEC des Pays de la Loire s'appuie sur les travaux de l'INRAE et ceux de l'ADEME qui ont été coordonnés par la chambre régionale d'agriculture. Il préconise la plantation de 1000 kilomètres de haies par an d'une emprise au sol d'environ 4-5 mètres (minimum) et alternant des arbres de haut-jet et des essences arbustives. Le coût de plantation serait alors compris entre 10 et 20 millions d'euros (hors main d'œuvre). Sources : INRAE (2020). Op.cit. et Ademe (2020). Carbocage - Vers la Neutralité Carbone des territoires. <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/36-carbocage-vers-la-neutralite-carbone-des-territoires.html>

<sup>53, 54, 55</sup> INRAE (2020). Op.cit.

<sup>56</sup> Occupation du territoire - Séries longues, Agreste, Enquête TERUTI

<sup>57</sup> Basemis Air Pays de la Loire (2021), op. cit.

<sup>58</sup> L'artificialisation des sols, se faisant principalement aux dépens des terres agricoles qui stockent à ce jour entre 130 et 150 tonnes de CO2 (équivalent). Source : INRAE (2020). Op.cit.

<sup>59</sup> Nilsson et al. (2008) Contemporary carbon accumulation in a boreal oligotrophic minerogenic mire - a significant sink after accounting for all C-fluxes. *Global Change Biology*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01654.x>

<sup>60</sup> Avec 1 tonne de béton recyclé, on peut espérer capter et stocker 150 kg de CO2, en faisant de plus l'économie de 650 kg de granulats naturels de carrière réalisée (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (2018). Capturer et stocker de grandes quantités de CO2 dans le béton recyclé – La recarbonation accélérée du béton. [https://www.ifsttar.fr/fileadmin/redaction/dossiers-thematiques/infrastructures/beton-vert/Carbonation\\_Fr.pdf](https://www.ifsttar.fr/fileadmin/redaction/dossiers-thematiques/infrastructures/beton-vert/Carbonation_Fr.pdf)).

<sup>61</sup> DREAL Pays de la Loire (2020). Liste des installations concernées en Pays de la Loire sur la période 2013-2020. <https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/liste-des-installations-concernees-en-pays-de-la-a2953.html>

<sup>62</sup> ADEME, Emmanuel Garbolino, Nicolas Gourdin, Guillermo Hinojosa Mendoza, Sophie Ox, (2021). Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) dans les référentiels - État actuel et perspectives d'amélioration du cadre normatif. Rapport Final. <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5278-les-solutions-d-adaptation-fondees-sur-la-nature-safn-dans-les-referentiels.html>

<sup>63</sup> En ce qui concerne la végétalisation des milieux urbains, une attention particulière devra être portée sur le choix des espèces utilisées, et son adaptation aux évolutions climatiques futures.

<sup>64</sup> Pour illustrer ce propos :

- À l'échelle globale, les volumes de carbone séquestrés dans les sols et les forêts sont 3 à 4 fois supérieurs aux quantités de carbone stockées dans l'atmosphère (source : ADEME (2022). Forêt française – L'estimation de la séquestration carbone. [https://bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD\\_DOC\\_FR/index.htm?foret-francaise.htm](https://bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?foret-francaise.htm)).  
- Depuis les années 1980, l'océan mondial a absorbé 20 % à 30 % des émissions anthropiques globales de CO2. Source : GIEC des Pays de la Loire (2019). Rapport spécial sur l'océan et la cryosphère dans un climat en mutation. <https://www.ipcc.ch/srocc/>).

<sup>65</sup> Aujourd'hui on compte dans la région environ 24 jours de sécheresse météorologique par an, au lieu de 17 jours en moyenne sur la période de référence (1976-2005). Dans la mesure où l'occurrence et l'intensité des sécheresses météorologiques dépendent du changement climatique, leur évolution à l'échelle régionale sera donc liée à celle des émissions mondiales de GES : tandis qu'un scénario de réduction massive épargnerait les Pays de la Loire de changements remarquables (scénario RCP2.6), le scénario RCP8.5, lui, laisse présager une réduction des sécheresses hivernales de 1 jour d'ici à 2050 et une augmentation des sécheresses estivales de 4 jours sur la même période. D'ici à la fin du siècle, l'augmentation pourrait même atteindre 10 jours, portant alors la durée annuelle des sécheresses estivales à 27 jours. Source : DRIAS (2023). Les futurs du climat. <https://drias-climat.fr>

<sup>66</sup> Le taux de fuites sur le réseau d'eau potable est constant depuis 2012 en France, et s'élève à 20 %. Source : Bipe & F2PE (2019). Les services publics d'eau et d'assainissement en France. <https://www.eaufrance.fr/publications/les-services-publics-deau-et-dassainissement-en-france-donnees-economiques-sociales-1>).

<sup>67</sup> <https://www.monecowatt.fr/>



<sup>68</sup> Établir un diagnostic des impacts des changements climatiques sur son activité peut donner des clés pour réduire son empreinte carbone, et renforcer sa résilience climatique. Source : ADEME (2020). Diagnostic des impacts du changement climatique sur une entreprise – Recueil international d'expériences).

<sup>69</sup> En l'état des connaissances scientifiques, les prévisions hydrogéologiques ne peuvent dépasser 6 mois. Source : Habets, F. (2018) Aquif-FR, un système multi-modèle hydrogéologique à l'échelle nationale. [https://www.geosciences.ens.fr/wp-content/uploads/2019/07/rapport\\_d\\_etape\\_AquifFR\\_Juil\\_2018.pdf](https://www.geosciences.ens.fr/wp-content/uploads/2019/07/rapport_d_etape_AquifFR_Juil_2018.pdf)

<sup>70</sup> L'EFSA (Autorité européenne de la sécurité alimentaire) a publié 5 avis scientifiques pour encadrer le transport d'animaux. Parmi leurs recommandations :

- La température à l'intérieur des véhicules ne doit pas excéder un niveau critique (< à 25°C pour les bovins, < à 32°C pour les ovins tondus, < à 25°C pour les cochons, < à 25°C pour les chevaux) ;
- Les trajets doivent être le plus court possible pour éviter la faim et la déshydratation ;
- Une superficie et un volume dont l'animal a besoin pour ne pas tomber ou se blesser, réguler sa température, s'allonger, se relever, et accéder aux abreuvoirs.

Source : EFSA (2022). Plus d'espace, des températures plus basses, des trajets plus courts : les recommandations de l'EFSA pour améliorer le bien-être des animaux pendant le transport. <https://www.efsa.europa.eu/fr/news/more-space-lower-temperatures-shorter-journeys-efsa-recommendations-improve-animal-welfare>

<sup>71</sup> Livre blanc Covéa (2022). Changement climatique & assurance : Quelles conséquences sur la sinistralité à horizon 2050 ? [https://www.groupcovea.fr/sites/default/files/2022-02/202202\\_Livre\\_Blanc\\_Cov%C3%A9a\\_Risques\\_Climatiques.pdf](https://www.groupcovea.fr/sites/default/files/2022-02/202202_Livre_Blanc_Cov%C3%A9a_Risques_Climatiques.pdf)

# Figures

FIG. 1 : PROPOSITIONS DU GIEC DES PAYS DE LA LOIRE POUR ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050

	ÉMISSIONS DIRECTES GES	PUITS DE CARBONE (UTCF)	ÉMISSIONS NETTES
Année	Émissions de GES (en Mteq CO2)	Puits (en Mteq CO2)	Émissions nettes (en Mteq CO2)
2022	33,7 <sup>*</sup>	2,7 <sup>**</sup>	31,0
2023	31,7	2,8	28,9
2024	29,8	3,0	26,8
2025	28,0	3,1	24,9
2026	26,3	3,3	23,1
2027	24,7	3,4	21,3
2028	23,2	3,6	19,7
2029	21,9	3,7	18,1
2030	20,5	3,9	16,7
2031	19,3	4,0	15,3
2032	18,2	4,2	14,0
2033	17,1	4,3	12,8
2034	16,0	4,5	11,6
2035	15,1	4,6	10,5
2036	14,2	4,8	9,4

	ÉMISSIONS DIRECTES GES	PUITS DE CARBONE (UTCF)	ÉMISSIONS NETTES
Année	Émissions de GES (en Mteq CO2)	Puits (en Mteq CO2)	Émissions nettes (en Mteq CO2)
2037	13,3	4,9	8,4
2038	12,5	5,1	7,5
2039	11,8	5,2	6,6
2040	11,1	5,4	5,7
2041	10,4	5,5	4,9
2042	9,8	5,7	4,1
2043	9,2	5,8	3,4
2044	8,6	6,0	2,7
2045	8,1	6,1	2,0
2046	7,6	6,3	1,4
2047	7,2	6,4	0,8
2048	6,7	6,6	0,2
2049	6,3	6,7	-0,4
2050	6,0	6,9	-0,9

<sup>\*</sup> Chiffres 2018. Dans les émissions de GES, le GIEC prend en compte le périmètre SECTEN (30,697 Mteq CO2) et le CO2 généré par l'utilisation de la biomasse (3,001 Mteq CO2).

<sup>\*\*</sup> Chiffres 2018. Les puits de carbone sont principalement liés à l'accroissement forestier (-3,746 Mteq CO2), déduits des émissions liées à la récolte de bois (0,978 Mteq CO2) et celles du changement d'affectation des terres (0,109 Mteq CO2).

## FIG. 2 : TRAJECTOIRE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE, PROPOSÉES PAR LE GIEC DES PAYS DE LA LOIRE

Rapportée à l'échelle de la région, la trajectoire de réduction des consommations d'énergie se répartirait ainsi :

Année	CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (TWH/AN)
2022	92,0*
2023	
2024	82,8
2025	81,4
2026	80,0
2027	78,6
2028	77,3
2029	76,0
2030	74,7
2031	73,4
2032	72,2
2033	71,0
2034	69,8
2035	68,6
2036	67,4

- 10 %

Année	CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (TWH/AN)
2037	66,3
2038	65,1
2039	64,0
2040	62,9
2041	61,9
2042	60,8
2043	59,8
2044	58,8
2045	57,8
2046	56,8
2047	55,8
2048	54,9
2049	53,9
2050	53,0

- 40 % par rapport aux consommations de 2018

\* Chiffres 2018







En partenariat avec



Avec le soutien de

