

Chaire Territoire d'Avenir

Les Chaires Territoire d'Avenir visent, à partir d'un état des connaissances exhaustif contextualisé au territoire ligérien, à permettre le développement de nouvelles connaissances à produire des outils d'aide à la décision pour les élus régionaux. Ce document vise à fournir aux équipes de recherche candidates les éléments de contexte territorial indispensables pour comprendre les enjeux régionaux et orienter leurs propositions vers des solutions opérationnelles.

- Emplois et transitions sociétales** (à relancer) : "Quelles sont les raisons du désajustement du marché du travail entre difficultés de recrutement pour les entreprises et nombre important de demandeurs d'emploi ? Quels impacts sur la politique régionale de la formation ?"
- Mix énergétique pour une région neutre en carbone en 2050 (à relancer)** : "Quelles stratégies pour augmenter l'utilisation des énergies renouvelables et améliorer l'autonomie énergétique en Pays de la Loire ?"
- Économie et environnement** (nouveau) : "Comment conjuguer le développement économique et la préservation de l'environnement ?"
- Risques climatiques** (nouveau) : "Quelles stratégies mettre en place à l'échelle régionale pour protéger les zones à risques face à l'augmentation des phénomènes climatiques extrêmes ?"

1. CONTEXTE ET ENJEUX TERRITORIAUX

- Diagnostic territorial et Enjeux prioritaires identifiés (état des lieux chiffré, principales tendances observées sur les 5 dernières années, spécificités du territoire ligérien par rapport aux autres régions françaises, les priorités et défis majeurs à relever).

Le développement des énergies renouvelables s'inscrit dans un **contexte national et international** qui fixe les grands objectifs à atteindre :

- L'Accord de Paris entend limiter à 1,5°C le réchauffement climatique planétaire ;
- **L'Europe** s'est fixée comme objectif d'atteindre **42,5% d'énergies renouvelables à horizon 2030** (objectif initial de 27% réhaussé en 2023) ;
- La Stratégie nationale bas carbone (SNBC) vise la neutralité carbone à 2050 ;
- La **Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)** avec pour objectif provisoire de la PPE3 de sortir de la dépendance aux énergies fossiles dans nos consommations d'énergie finale, soit passer de 41% d'énergie décarbonée en 2022 à 70% en 2035. 2 leviers principaux :
 - La réduction de nos consommations énergétiques,
 - La décarbonation du mix énergétique

Les EnR (énergies renouvelables) sont alimentées par des ressources inépuisables, contrairement aux énergies fossiles ou fissiles, qui s'appuient sur des stocks finis de ressources (pétrole, gaz naturel, charbon, uranium...). A ces EnR, il faut ajouter la récupération d'énergie fatale (souvent chaleur ou froid) : on parle alors d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R).

Le développement des énergies renouvelables constitue un élément clé de la transition énergétique. Il ne peut cependant pas être la seule réponse et doit nécessairement être accompagné ou précédé d'actions de maîtrise de la demande énergétique (évolution des usages, rénovation énergétique, performance énergétique des matériels et process...).

Les intérêts des énergies renouvelables sont multiples :

- Substitution aux énergies fossiles (pour les usages chaleur : fioul, gaz...) et décarbonation de l'énergie consommée par les porteurs de projet ;
- Meilleure maîtrise des coûts énergétiques, dans un contexte de forte tensions et d'inflation ;
- A l'échelle globale, moindre dépendance énergétique ;
- Développement économique induit, avec la constitution de filières économiques locales liées aux énergies renouvelables (installateurs, bureaux d'études, développeurs de solutions, mais aussi, pour le bois énergie, lien avec la gestion de la ressource) ;
- ...

Les principales filières représentées en Pays de la Loire sont :

- Le **bois énergie, 1ère source de production renouvelable** avec 7068 GWh produits en énergie primaire en 2024 ;
- L'**éolien terrestre** avec 2 464 GWh produits sur un an glissant en octobre 2024 ;
- Les **pompes à chaleurs et la géothermie**, avec 2 663 GWh produits en 2024 ;
- Les **gaz renouvelables**, avec 1 905 GWh de capacité de production annuelle en énergie primaire ;
- L'**éolien en mer**, avec 1 415 GWh produits en 2024 ;
- Le **solaire photovoltaïque**, avec 1 324 GWh en 2024.

Les projets EnR peuvent être portés en tout ou partie par des **collectifs citoyens**. La dynamique est particulièrement importante en Pays de la Loire : en 2024, on comptait 158 projets citoyens accompagnés via le réseau **RECIT**, pour une puissance installée de 123 MW et une production de 252 GWh/an. **La Région Pays de la Loire est ainsi la première région française pour les énergies citoyennes**, avec 47% du total de la production d'énergie citoyenne française.

Les Pays de Loire sont caractérisés par l'existence d'une production d'électricité par l'éolien en mer. Le parc éolien en mer de Saint-Nazaire, entré en service fin 2022, est le premier parc éolien en mer français. Il a permis de produire 1 415 GWh d'électricité en 2024.

Un 2^{ème} parc est en cours de construction (à pleine puissance, sa production annuelle pourrait atteindre environ 1 900 GWh), et l'**éolien offshore constitue une filière-clé pour la région**, aussi bien d'un point de vue énergétique que de développement économique.

L'ensemble des données sur les énergies renouvelables est suivi par l'observatoire de la transition écologique TEO : <https://teo-paysdelaloire.fr/tableaux-de-bord/enr/>

2. POLITIQUES PUBLIQUES RÉGIONALES EXISTANTES

- Les orientations stratégiques (outils de planification ? objectifs et indicateurs, articulation avec des politiques nationales et européennes ?) et les dispositifs en cours (type de dispositifs, budgets)
- Bases de données régionales accessibles, études et rapports existants
- Projets innovants en cours ou récents, réseaux de coopération établis

Le développement des énergies renouvelables est un élément clé de la **transition énergétique**, aux intérêts multiples :

- **Substitution aux énergies fossiles** et décarbonation de l'énergie consommée à réduction des émissions de gaz à effet de serre et **lutte contre le changement climatique** ;
- Meilleure **maîtrise des coûts énergétiques**, visibilité et compétitivité pour les acteurs économiques consommateurs d'énergie ;
- Moindre dépendance énergétique : amélioration de la **souveraineté énergétique** ;
- **Développement économique** induit : constitution de **filières économiques locales** liées aux énergies renouvelables (installateurs, bureaux d'études, développeurs de solutions,

- complémentarité avec les activités agricoles, et pour le bois énergie, lien avec la gestion de la ressource et notamment la gestion durable de la haie bocagère) ;
- Un développement porteur d'enjeux **fonciers** (usage des sols, ZAN, planification : SRADDET, PCAET, SCOT, PLU, ZAENR...), à intégrer comme instrument d'**aménagement du territoire** ;
 - **Complémentarité avec la relance du nucléaire** : temps de développement réduit, capacités distribuées sur le territoire...

En tant que **chef de file énergie-climat**, la Région a un rôle central dans la gouvernance, la planification énergétique et l'émergence des projets. La Région préside notamment aux cotés de l'Etat le **comité régional de l'énergie**. Ce comité a pour rôle de favoriser la concertation, en particulier avec les collectivités territoriales, sur les questions relatives à l'énergie au sein de la région. Et notamment :

- Proposer des objectifs régionaux d'EnR&R par filière ;
- Être associé à la fixation, au suivi et à l'évaluation des objectifs régionaux d'EnR&R du SRADDET ;
- Débattre et rendre des avis sur tous sujets relatifs à l'énergie ayant un impact sur la Région ;
- Présenter un panorama annuel sur le développement des EnR&R : [panorama 2024](#) ;
- Donner un avis sur la cartographie des zones d'accélération des énergies renouvelables.

Au travers du **Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)**, la Région s'est ainsi fixée comme objectif de devenir une **région à énergie positive à 2050** en couvrant 100 % de nos consommations par une production d'énergie issue de sources renouvelables

Cette ambition se traduit par un objectif d'efficacité et de sobriété énergétique avec une baisse de moitié des consommations énergétiques à l'horizon 2050 mais aussi un triplement de la production d'énergies renouvelables et de récupération entre 2021 et 2050.

A cette fin, la Région soutient le développement d'un **mix énergétique multi-EnR** mobilisant nos ressources naturelles que sont à la fois l'éolien (terrestre et maritime), le solaire (thermique ou photovoltaïque), et la biomasse (bois énergie et méthanisation). Ces objectifs seront révisés en 2025 pour tenir compte de la régionalisation de la PPE. Ils s'imposent aux intercommunalités, qui doivent en tenir compte pour réaliser leurs PCAET (Plans climat-énergie territoriaux).

En ce qui concerne la mobilisation énergétique de la biomasse, la Région vise une gestion durable de la ressource, dans le respect de l'environnement (sols, eau, air, biodiversité, production agricole durable...) et de la hiérarchie des usages.

Quatre leviers transversaux pour guider l'action de la Région :

- Diminuer nos émissions de gaz à effet de serre GES ;
- Produire plus d'énergie décarbonée et renouvelable ;
- Stocker les GES dans des puits naturels de carbone ;
- Stocker les GES captés via des process industriels.

Ces leviers, actionnés de manière complémentaire, ont vocation à permettre à la région Pays de la Loire d'atteindre la neutralité carbone à horizon 2050.

Dans une posture proactive par rapport à la démarche nationale de régionalisation de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3), la Région a piloté, entre mars et mai 2025, des ateliers techniques dédiés aux **perspectives de développement de chacune des filières de production d'énergie renouvelable, à horizon 2030 et 2035**. Ces ateliers ont impliqué plus d'une centaine de participants, acteurs énergie-climat du territoire : collectivités, associations, experts techniques, opérateurs. Ils visaient la construction concertée **d'objectifs de développement des énergies renouvelables**, afin d'en maximiser la pertinence et l'appropriation par les acteurs régionaux.

L'objectif de la démarche est la construction d'un **mix énergétique décarboné**, compétitif, résilient, garant de l'indépendance énergétique des Pays de la Loire, s'appuyant sur les ressources et potentiels énergétiques du territoire. A 2050, ce mix pourrait ainsi être composé de :

- **Électricité décarbonée** (principalement produite à base de SMR, d'éolien en mer et terrestre, de solaire photovoltaïque) ;
- **Chaleur d'origine renouvelable et de récupération** (bois-énergie, pompes à chaleur, géothermie, solaire thermique, récupération de chaleur fatale) ;
- **Gaz renouvelable** (biogaz, nouveaux gaz verts, hydrogène).

Pour atteindre la neutralité carbone à horizon 2050, le développement de ce mix doit nécessairement s'accompagner d'autres changements énergétiques structurels : baisse massive des consommations énergétiques, adaptation des réseaux (renforcement, moyens de stockage et de pilotage...), électrification des usages (mobilité électrique, process industriels, électrification du chauffage...).

La Région dispose également d'une feuille de route 2020-2027 dédiée au développement de la filière hydrogène. La Région a soutenu des avancées significatives dans la production, la distribution et les usages de l'hydrogène : 1^{er} site de production d'hydrogène vert, 4 stations d'hydrogène ouvertes au public (ce qui fait d'elle l'une des premières régions en termes de capacité de distribution), 10% des bus et bennes à ordures ménagères roulant à l'hydrogène en France. La Région a investi plus de 3M€ pour l'émergence des écosystèmes. La filière hydrogène, forte d'une soixantaine d'acteurs (entreprises et organismes de recherche et de formation) est aujourd'hui structurée, visible et innove avec le soutien de la Région, pour réussir son changement d'échelle (une quarantaine de projets cofinancés depuis 2020, pour un montant de près de 9M€). Le développement des technologies, des infrastructures et des usages reste en effet un défi qui s'inscrit sur le temps long.

3. ACTEURS ET ÉCOSYSTÈME

- Les Parties prenantes clés (acteurs -économiques, associatifs-consulaires- concernés, collectivités partenaires)

Collectivités et institutions publiques

- **Région Pays de la Loire** : Chef de file de la politique énergie-climat, elle pilote la planification énergétique, la gouvernance et l'émergence des projets, notamment via le SRADDET et la co-présidence du Comité Régional de l'Energie avec l'État. Elle anime également des groupes de travail thématiques et des ateliers techniques.
- **L'Etat**, par ses services déconcentrés (DREAL : mise en œuvre des politiques publiques du Gouvernement en matière de transition écologique et **énergétique**, DRAAF : contribution aux travaux sur la transition écologique et énergétique dans le domaines agricole et forestier, DDT(M) : promotion des politiques d'économie d'énergie et du développement des énergies renouvelables...), et ses agences, a également un rôle majeur dans le développement des énergies renouvelables en Pays de la Loire. En particulier, **l'ADEME** : **Agence de la transition écologique**, agit en faveur du développement des énergies renouvelables (EnR), des réseaux et des solutions de stockage de l'énergie afin de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre produites par les énergies fossiles ainsi qu'à l'indépendance énergétique française.
- **Syndicats départementaux d'énergie** : SIEML, Territoire d'énergie 44, Territoire d'énergie 53, SYDEV : opérateurs délégués par les communes et communautés de communes de la transition énergétique. Regroupés dans l'entente Territoire d'Énergie Pays de la Loire, jouent un rôle clé dans la coordination régionale et la mutualisation des actions sur l'énergie.
- **Départements, EPCI, communes** : Partenaires opérationnels pour la mise en œuvre des politiques énergétiques et la réalisation des PCAET.

Gestionnaires de réseaux et opérateurs

- **RTE, Enedis, Natran, GrDF, Soregies** : Gestionnaires des réseaux électriques et gaziers, impliqués dans l'adaptation des infrastructures au développement des énergies

renouvelables et à l'évolution du mix énergétique.

<C:\Users\patricia.carre\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\IG8UWG4E2\L80>

- **SEM départementales** : EnR 44, Energie Mayenne, Alter Energie, Vendée énergie, actives dans le développement et la gestion de projets EnR locaux.

Entreprises et filières économiques

- **Grandes entreprises du secteur de l'énergie** : Acteurs majeurs du développement, de l'installation et de l'exploitation des infrastructures énergétiques.
- **Fournisseurs d'énergie**.
- **PME, bureaux d'études, développeurs de projets, installateurs, banques, fournisseurs d'énergie, constructeurs, fabricants** : Constituants essentiels des filières locales, notamment pour le bois-énergie, l'éolien, le solaire, le biogaz et l'hydrogène.
- **Filière hydrogène** : Forte dynamique régionale avec des projets pionniers et structurants en termes de production, distribution et usages de l'hydrogène, un hub portuaire à Saint-Nazaire, et une ambition de devenir une « Hydrogen Valley » de référence en Europe. Une filière animée au plan régional par Solutions&Co en collaboration avec les principales têtes de réseaux (pôles et clusters, délégation régionale de France Hydrogène) pour favoriser notamment le développement de projets de R&D collaboratifs.
- **Organismes consulaires (CCI, CMA, Chambre d'agriculture)** : portent des actions pour favoriser la sobriété énergétique, la maîtrise de l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables dans les secteurs qu'ils regroupent.
- **Pôles de compétitivité, associations et clusters** : **Smart Power** (pôle interrégional positionné dans les domaines des énergies renouvelables, des réseaux électriques et de l'efficacité énergétique), **Pôle Mer Bretagne Atlantique** (accompagne l'écosystème maritime - entreprises, académiques et organisations professionnelles - dans leur projet d'innovation), **ID4Mobility** (dans le domaine des mobilités décarbonées.), **EMC2** (dans le domaine de la transformation industrielle) ; **Neopolia** (fédère et fait travailler ensemble les entreprises sur des enjeux business, au service du développement de filières industrielles.), **ORACE** (accompagne les entreprises du Grand Ouest dans leur transition énergétique.)...

Associations, clusters et réseaux de coopération

- <Le Réseau des énergies renouvelables des Pays de la Loire> : Atlansun, Fibois, Méthatlantique, AILE, Récit, relais EnR départementaux, réseau des Générateurs, réseau des Contrat chaleur renouvelable territorial (CCRt) : Associations et clusters fédérant les acteurs des différentes filières EnR, favorisant l'innovation, la mutualisation des bonnes pratiques et la montée en compétence des professionnels.
- **Réseau des Energies Citoyennes en Pays de la Loire (RECIT)** : Spécifiquement engagé dans l'accompagnement des projets citoyens, avec une dynamique particulièrement forte en Pays de la Loire (première région française pour les énergies citoyennes).
- **Les syndicats professionnels des filières EnR (France Renouvelables, SER, FEDENE...)** : relai national des filières renouvelables

Recherche, innovation et accompagnement

- **Organismes de recherche, universités, laboratoires** : Impliqués dans l'innovation technologique, l'amélioration des rendements, le recyclage, le stockage, et l'acceptabilité des EnR.
- **Le Groupement d'Intérêt Scientifique Perle** (Pôle d'Excellence de la Recherche Ligérienne en Energie) fédère l'ensemble des acteurs académiques sur l'énergie en Pays de la Loire, issus de 6 établissements
- **Weamec (WEst Atlantic Marine Energy Community)** est une communauté d'acteurs qui favorise les synergies entre les entreprises et le monde de la recherche publique pour faciliter l'émergence de projets dans le domaine des EMR.

Citoyens et société civile

- **Collectifs citoyens** : Porteurs ou co-porteurs de projets EnR, particulièrement actifs dans la région, favorisant l'appropriation locale et la diversification des modèles de gouvernance énergétique.
<C:\Users\patricia.carre\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\IG8UWG4E2\l33>
- **Associations d'éducation et de sensibilisation** : Comme Synergies, qui anime des actions de formation, de visites et d'accompagnement à la transition énergétique auprès du grand public et des scolaires.

4. BESOINS EN RECHERCHE ET INNOVATION

- Données manquantes ou insuffisantes, questions non résolues nécessitant un éclairage scientifique, objectifs et indicateurs chiffrés (si identifiés)
- Types de livrables souhaités (études, outils, recommandations)
- En termes d'aide à la décision publique ; les questions auxquelles les élus régionaux ont besoin de réponses, le format de restitution souhaité,

Accélération et massification des énergies renouvelables

- **Optimiser la contribution des écosystèmes** : évaluer le potentiel de stockage carbone des différents milieux ligériens (forêts, prairies, zones humides, bocage) et proposer des stratégies de renforcement (ex. : jeunes haies > plus (+) de captage carbone qu'une haie vieillissante / estimation des enjeux carbone face au déploiement d'une filière bois-bocage face à l'entretien et à la plantation de haies)
- **Optimisation des filières existantes** : Améliorer les coûts de production et les rendements des installations (éolien terrestre et en mer, solaire, biomasse, méthanisation, géothermie, pompes à chaleur), développer des solutions d'éco-conception et de recyclage, notamment pour les panneaux photovoltaïques et les matériaux composites utilisés dans l'éolien, structurer des filières locales d'approvisionnement de mobilisation durable de la biomasse (projets territoriaux de méthanisation, valorisation locale de la haie bocagère...).
- **Développement de nouvelles filières** : Poursuivre la recherche et l'innovation sur la production, la distribution et les usages d'hydrogène vert, de carburants de synthèse (e-fuels), la pyrogazéification et les technologies de stockage de l'énergie pour pallier l'intermittence des renouvelables et favoriser l'intégration au réseau.

Innovation technologique et numérique

- **Smart grids et flexibilité énergétique** : Déployer des réseaux énergétiques intelligents pour optimiser la gestion des flux, intégrer les énergies renouvelables et développer des plateformes numériques de pilotage et de simulation (modélisation, cybersécurité, interopérabilité).
- **Stockage et hybridation** : Accélérer la recherche sur le stockage multi-échelles (batteries, hydrogène, chaleur, etc.) et l'hybridation des systèmes énergétiques (électricité, gaz, chaleur) pour renforcer la résilience du mix régional.

Décarbonation et adaptation des usages

- **Décarbonation de l'industrie et des transports** : Développer des solutions pour la décarbonation des grands sites industriels (ex : Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire), l'électrification des usages, la mobilité durable (bioGNV, hydrogène, e-carburants) et la valorisation de la chaleur fatale.
- **Rénovation énergétique et performance des bâtiments** : automatiser les solutions énergétiques sobres (chauffage, ventilation, eau chaude) intégrer aux solutions de performance énergétique pour le bâti résidentiel, tertiaire et industriel. Innover sur les matériaux, les procédés de rénovation. Rendre la filière rénovation du bâtiment plus

performante économiquement tout en rendant accessible économiquement la rénovation au propriétaire (sortir des systèmes de subvention)

- **Refroidissement innovant** : Expérimentation de solutions de refroidissement à faible impact carbone, comme l'immersion des serveurs dans des bains d'huile pour limiter la consommation d'énergie liée à la climatisation traditionnelle.
- **Utilisation d'énergies renouvelables** : Développement de data centers durables alimentés en priorité par des sources d'électricité renouvelable locales (éolien, solaire, hydraulique), en lien avec les objectifs régionaux de mix énergétique.
- **Valorisation de la chaleur fatale** : Recherche sur la récupération et la valorisation de la chaleur produite par les serveurs pour alimenter des réseaux de chaleur urbains ou industriels.
- **Optimisation logicielle et IA** : Déploiement d'outils d'intelligence artificielle pour optimiser en temps réel la gestion des flux de production et de consommation d'énergie, mais aussi la gestion énergétique des data centers et réduire leur empreinte carbone.
- **Gouvernance multi-acteurs** : Expérimenter de nouveaux modèles de gouvernance territoriale, favoriser et amplifier l'implication des citoyens (projets citoyens, communautés énergétiques) et renforcer la concertation autour des projets d'EnR.
- **Acceptabilité sociale** : Mener des recherches sur l'acceptabilité des projets, la concertation sociale, la sensibilisation et l'acculturation des acteurs locaux aux enjeux énergétiques.
- **Modèles économiques et financement** : Développer des modèles économiques viables pour les projets EnR, favoriser la résilience énergétique des territoires et soutenir l'émergence de nouveaux métiers liés à la transition énergétique.