

MAI 2025

LE **RISQUE CLIMATIQUE**

POUR LES **RÉSEAUX ÉLECTRIQUES** & LES **INSTALLATIONS DE PRODUCTION** **D'ÉNERGIES RENOUVELABLES**

RESTITUTION DES RÉFLEXIONS CONDUITES À L'ÉCHELLE DU PEBREIZH

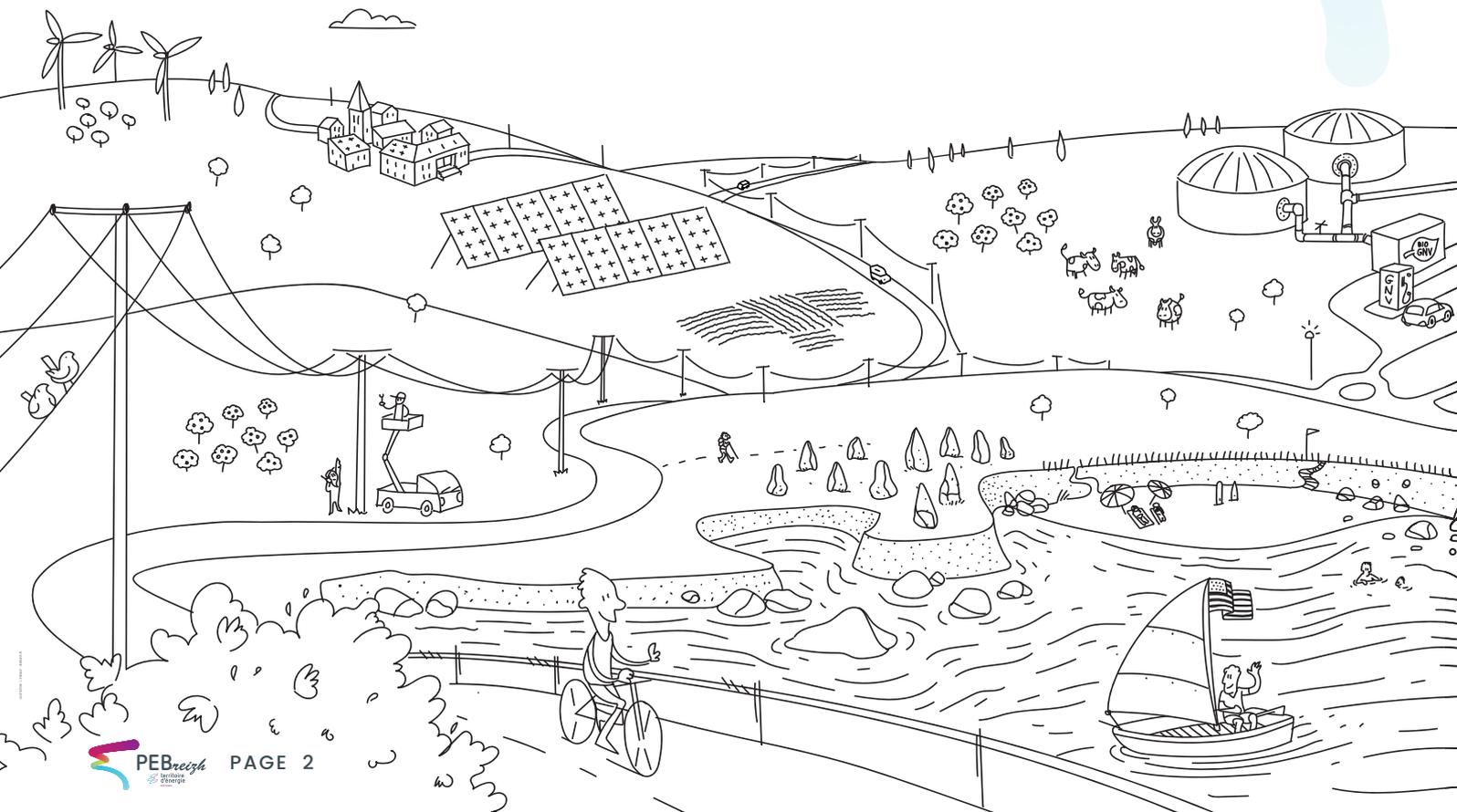
LE MOT DU PRÉSIDENT

Quand on parle de changement climatique, le secteur de l'énergie est le plus souvent considéré sous le prisme de l'atténuation (*réduction des émissions de gaz à effet de serre*) via le développement des énergies renouvelables et les efforts de sobriété. Pourtant, les infrastructures, les modèles technico-économiques, les modes de travail vont être impactés par un climat qui a déjà commencé à changer. Les infrastructures mises en service aujourd'hui devront fonctionner sous le climat de 2050 voire de 2100. C'est pour cela que les Autorités Organisatrices de la Distribution de l'Énergie (AODE), membres du PEBreizh, ont souhaité conduire un travail prospectif et collaboratif pour identifier, à l'échelle de leurs compétences, quels sont ou seraient les impacts potentiels et les mesures d'adaptation possibles. Ce travail, qui est une première étape vers des diagnostics plus approfondis à l'échelle de chaque AODE, est restitué sous ce format de « livre blanc ». Il synthétise les résultats des groupes de travail et a vocation à être enrichi au fur et à mesure des échanges avec les différents acteurs concernés.

Même si chacun doit et devra faire sa part, le défi du changement climatique doit être traité collectivement : c'est en faisant que nous apprenons ; c'est en partageant que nous progressons. Et l'enjeu est bien de progresser, c'est-à-dire de trouver ensemble et plus vite des solutions nous permettant de faire face aux défis du climat de la deuxième moitié de ce XXIème siècle.



Dominique RAMARD,
Président du PEBreizh



SOMMAIRE

EXPLICATION DE LA DÉMARCHÉ

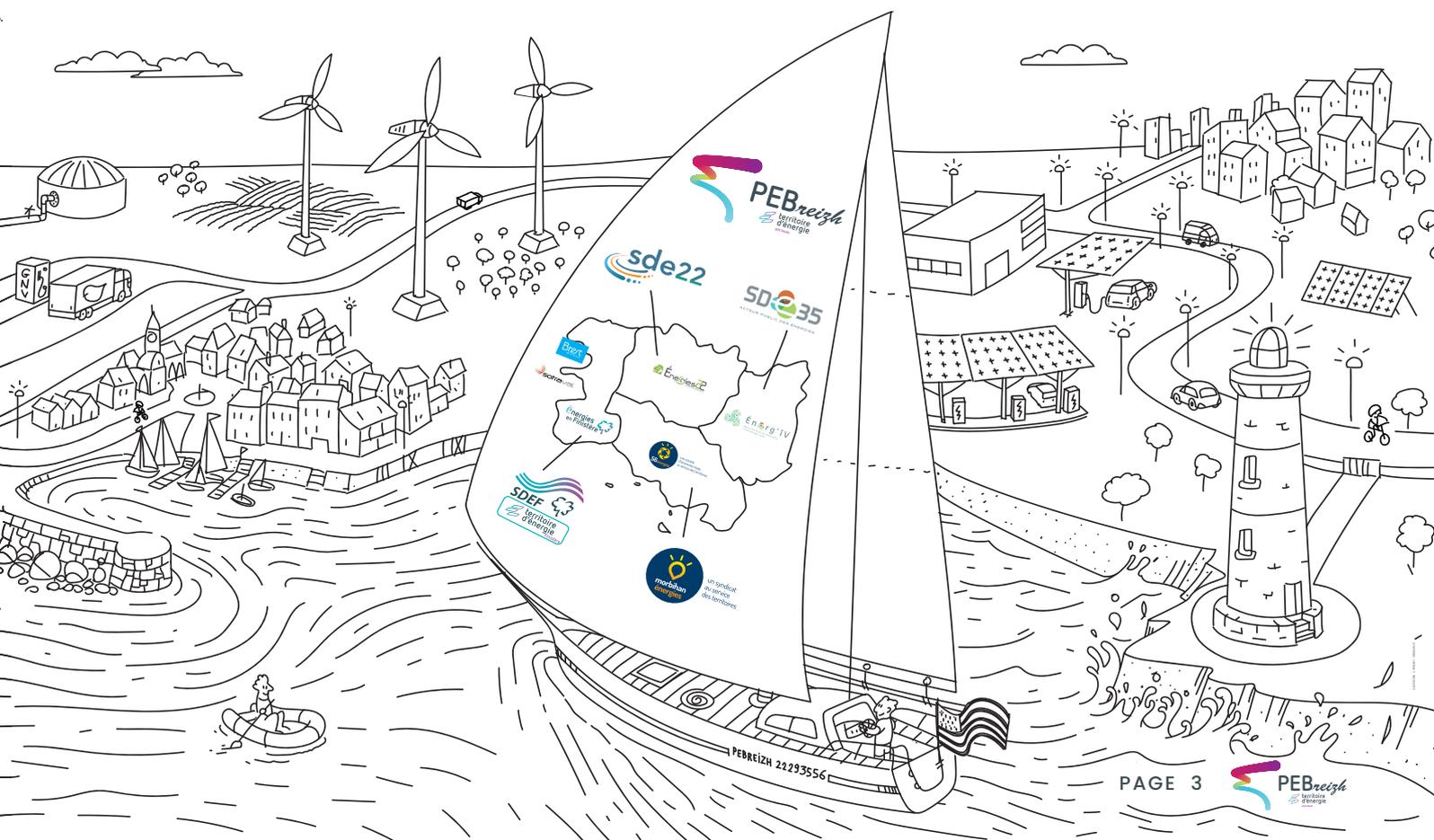
MÉTHODE, DÉFINITIONS ET LIMITES DU TRAVAIL PRÉSENTÉ

PARTIE 1 ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RÉSEAUX DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE À L'ÉCHELLE DE LA RÉGION BRETAGNE

- Indicateurs de vulnérabilité au changement climatique pour les réseaux électriques
- Inondations
- Augmentation du niveau de la mer et submersion marine
- Tempêtes
- Vagues de chaleur et canicules
- Incendies

PARTIE 2 ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE À L'ÉCHELLE DE LA RÉGION BRETAGNE

- Installation photovoltaïque en toiture, au sol ou sur ombrière
- Eolien terrestre
- Méthanisation
- Réseau de chaleur urbain



EXPLICATION DE LA DÉMARCHE

CONTEXTE

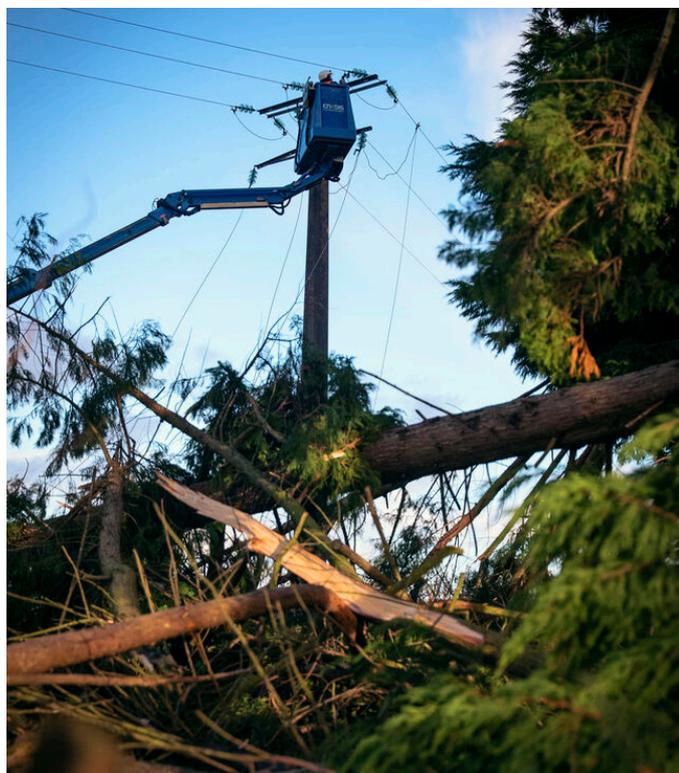
Le gouvernement a fixé la TRACC (*Trajectoire d'Adaptation au Changement Climatique*) à +4°C à l'horizon 2100 en France (+3°C au niveau mondial), correspondant au niveau de réchauffement si les politiques existantes se poursuivent sans mesures additionnelles. Aujourd'hui, le réchauffement moyen en France hexagonale et en Corse attribué au changement climatique est déjà de +1,7°C depuis le début du XXe siècle.

Les membres du PEBreizh sont propriétaires des réseaux électriques et investissent dans des infrastructures dont les durées de vie sont supérieures à 30 ans. Ainsi, les décisions d'investissements en 2025 doivent être adaptées au climat de 2100. En tant qu'autorités concédantes, les membres du PEBreizh doivent s'assurer que le changement climatique est pris en compte dans les stratégies d'investissements des concessionnaires.



Installation solaire sur l'écloserie de l'île de Sein © SDEF

Ainsi, le PEBreizh a ouvert une réflexion régionale, pour s'emparer des enjeux d'adaptation et progresser collectivement sur ce sujet qui n'était pas encore traité. Le document présenté ici, est la restitution de ce travail collectif.



Travaux sur les réseaux électriques suite à la tempête Ciarán © Morgan Richard / Enedis

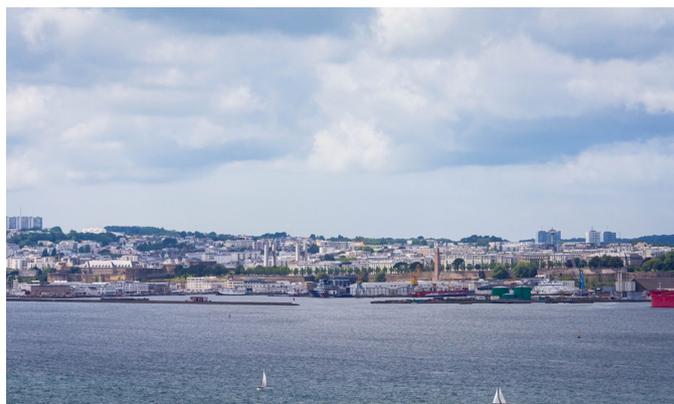
OBJECTIFS DE LA DÉMARCHE

- Acculturer les agent.es et élu.es aux enjeux de l'adaptation et avoir le réflexe « adaptation » dans le travail au quotidien.
- Identifier et engager des actions concrètes pour réduire la vulnérabilité au changement climatique.
- Engager des discussions avec les différents partenaires des Autorités Organisatrices de la Distribution d'Énergie (AODE).
- Valoriser les réflexions grâce à un support de communication.

MÉTHODE, DÉFINITIONS ET LIMITES DU TRAVAIL PRÉSENTÉ

MÉTHODOLOGIE

Le travail présenté ici est la restitution des groupes de travail réunissant les agents des structures membres du PEBreizh. Pour traiter ces sujets, le tableau ci-dessous a été rempli pour chaque compétence des AODE et pour chaque aléa climatique. Pour l'instant, seules les parties réseau électrique et énergies renouvelables ont été approfondies.



Vu du port de Brest © Damien Goret / Brest métropole

ALÉA CLIMATIQUE

SENSIBILITÉ

EXPOSITION

IMPACT OU CHAÎNE D'IMPACTS OBSERVÉS ET POTENTIELS

MESURES D'ADAPTATION MISES EN PLACE OU IDENTIFIÉES

INFORMATIONS À COLLECTER SUPPLÉMENTAIRES

PARTENAIRES À IMPLIQUER

ÉLÉMENTS À APPROFONDIR

DÉFINITIONS

La sensibilité : elle correspond à la propension des réseaux ou de l'activité de production d'énergie renouvelable à être affectés par les évolutions climatiques. Trois niveaux de sensibilité ont été qualifiés : faible, moyenne et forte.

L'exposition : ce sont les zones géographiques et / ou les infrastructures qui sont touchées par les aléas climatiques.

LIMITES

L'approche présentée ici est qualitative et non exhaustive et la suite du travail nécessitera d'évaluer la vulnérabilité pour chaque infrastructure à l'échelle des membres du PEBreizh. Ce travail pourrait être ensuite décliné en plan d'adaptation. Certaines actions dépendent d'autres acteurs et nécessiteront des échanges approfondis.



Vue de Saint Malo © JLA / SDE35

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RÉSEAUX DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE À L'ÉCHELLE DE LA RÉGION BRETAGNE

CONTEXTE

Les réseaux de distribution électriques Basse Tension (BT - 230 à 400 volts) et Haute Tension A (HTA - 15 000 à 30 000 volts) en Bretagne sont la propriété des autorités organisatrices de la distribution de l'énergie (AODE) dont la gestion est déléguée au concessionnaire Enedis.

Le contrat de concession entre Enedis et l'AODE contient un Schéma Directeur d'Investissement décliné ensuite en Plan Pluriannuel d'Investissement (PPI) de 3 à 4 ans qui précise les investissements et travaux à réaliser pour renforcer et moderniser le réseau électrique.

Le réseau breton comprenait 59 739 km de BT dont 7 653 km de fils nus en 2023.

PRINCIPAUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE

A court terme : interruption de l'accès à certains services essentiels (*eau potable, assainissement, télécommunications, etc.*).

A moyen terme : nécessité d'une remise en état rapide, mobilisant des ressources importantes (*humaines, financières*).

A long terme : renouvellement plus fréquent des infrastructures (*usure accélérée*), voire investissement dans de nouveaux réseaux en cas de relocalisation des populations ou des équipements.

PROJECTIONS CLIMATIQUES EN BRETAGNE

(source : Observatoire de l'Environnement en Bretagne)



+40 jours par an en 2100 de journées chaudes ($T_{max} > 25^{\circ}C$) et +25 jours par an avec des conditions météo favorables aux feux de végétation (par rapport à 1976-2005).



+36 à 69cm de niveau de la mer en 2100 par rapport à 2020, 10 à 100 fois plus de fréquence de submersions pour une élévation supplémentaire de 60 cm.



Davantage de pluies en hiver (+14%), des précipitations extrêmes plus intenses, davantage de conditions favorables aux inondations. Davantage de sécheresse météorologiques, hydrologiques et des sols.



Incertitude sur l'évolution des tempêtes (*fréquence, intensité*), mais plus d'impacts avec la montée du niveau de la mer.

PRINCIPALES ACTIONS IDENTIFIÉES POUR RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Affiner le diagnostic des réseaux face aux risques d'inondation, de submersion marine et de vagues de chaleur, en intégrant les projections climatiques à l'horizon 2100. Le risque tempête semble déjà mieux maîtrisé grâce au programme « Reconstruction et Résilience post tempête Ciarán ».

Engager un dialogue avec Enedis pour co-construire diagnostics et plans d'adaptation, en partageant données et documents existants (*Plans Aléas Climatiques, plans d'urgence, diagnostics de vulnérabilité – PPI*).

Contribuer aux révisions des documents de planification (*PCS, PCIS, PPRI/PPRSM*) en partageant l'expertise « réseau et énergie » avec l'État et les collectivités.

Capitaliser sur les précédents événements climatiques pour tirer des enseignements concrets, à l'échelle bretonne et nationale (*inondations de janvier 2025, etc.*).

INDICATEURS DE VULNÉRABILITÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

INONDATIONS

- Nombre et type de km de réseau BT / HTA situés en zone à risque inondation en 2025 et en 2080.
- Nombre de postes de transformation situés en zone à risque inondation en 2025 et en 2100.
- Nombre de diagnostics et plans de gestion associés au risque inondation.
- Nombre de capteurs installés (*taux de couverture*).
- Nombre de clients coupés en cas d'inondation.

VAGUES DE CHALEUR ET CANICULES

- Nombre de km de câbles CPI (*câbles isolés en papier imprégné*).
- Nombre de pannes liées à la chaleur.
- Nombre et type d'infrastructures endommagées en cas d'incendie.

SUBMERSION MARINE ET ÉROSION CÔTIÈRE

- Nombre et type de km de réseau BT / HTA / postes de transformation situés en zone à risque de submersion marine à + 50 cm / + 100 cm à marée haute.

TEMPÊTES

- Nombre de km de fils nus BT / km de réseau aérien BT/HTA.
- Nombre de km de réseau en zones boisées et élaguées.
- Nombre d'infrastructures de services essentiels (*eau potable, assainissement, télécom, EHPAD, hôpitaux, etc.*) sur des segments de réseaux à risque.
- Nombre de clients coupés en cas de tempêtes.



ZONES OU ENJEUX EXPOSÉS

Communes à risques inondations : postes sources, postes de transformation, coffrets BT.

IMPACTS

Rupture d'alimentation électrique, réhabilitation et opérations de maintenance après l'évènement, renouvellement plus fréquent du matériel.

MESURES D'ADAPTATION IDENTIFIÉES :

1 Anticiper :

- Identifier les zones à risque du réseau pour alerter en amont de l'évènement et adapter les investissements. Ces études sont prévues dans le cadre des Plans Pluriannuels d'Investissement (PPI) et s'appuient sur les documents officiels des risques inondations. La limite de cet exercice est que ces plans ont parfois été réalisés il y a plusieurs années, ne reflétant pas le risque actuel et futur.
- Suivre les études et diagnostics réalisés par Enedis et leurs éventuelles mises à jour (*études des solutions techniques pour rehausser les postes, solutions de bouclage, identification des clients coupés*) dans toutes les zones à risques.
- Adapter les investissements en lien avec les PPI.
- Échanger avec les services de l'Etat pour la mise à jour des zones à risques (*Enjeu de cibler des investissements adaptés pour des infrastructures durables*) pour que les AODE soient impliquées dès le début des révisions de ces documents pour partager l'expertise « réseaux » et énergie.
- Mettre en place de capteurs DINO (*capteurs capable de suivre le risque inondation et d'envoyer un signal géolocalisé*), en coopération avec Enedis pour suivre la montée du niveau d'eau sur les infrastructures stratégiques.

2 Pendant l'évènement :

- Informer les communes, en lien avec Enedis, optimiser les solutions de bouclage pour assurer la continuité de service.

3 Après l'évènement :

- Mesurer le délai de réalimentation après l'évènement et estimer les travaux de réhabilitation.
- Faire un retour d'expérience suite aux inondations de janvier 2025 en Bretagne et le partager.

EXEMPLES D' ACTIONS MISES EN PLACE :

Dans le Finistère, Enedis a réalisé une étude de résilience des ouvrages au risque inondation et submersion marine en s'appuyant sur les cartographies des risques sur les zones de Morlaix, Quimper et Quimperlé.

Dans les Côtes-d'Armor, 4 postes HTA/BT au sol ou enterrés sont exposés au risque d'inondation. Le PPI 2023-2026 vise à sécuriser l'ensemble des postes situés en zone PPRI par l'installation ciblée de capteurs de détection de montée des eaux. Une réflexion est conduite pour isoler les zones à risques et pour équiper les postes de tableaux HTA submersibles.



AUGMENTATION DU NIVEAU DE LA MER ET SUBMERSION MARINE

● SENSIBILITÉ MOYENNE

ZONES OU ENJEUX EXPOSÉS

Communes littorales.

IMPACTS

Rupture d'alimentation électrique, dégradation des infrastructures, déplacement des usagers du service électrique.

MESURES D'ADAPTATION :

1 Anticiper :

- Identification des zones à risque du réseau en prenant des hypothèses d'élévation du niveau de la mer + 1m à marée haute. Certaines de ces études sont prévues dans le cadre des Plans pluriannuels d'investissement (PPI) et s'appuient sur les documents officiels des plans de prévention des risques submersions marines qui ne tiennent pas toujours compte des projections les plus récentes concernant l'augmentation du niveau de la mer.
- Etude des solutions techniques pour rehausser les postes, solutions de bouclage.
- Échanges avec les services de l'État pour la mise à jour des zones à risques (*enjeu de cibler des investissements adaptés pour des infrastructures durables*) et être impliqué dès le début des révisions de ces documents pour partager l'expertise « réseaux ».
- Mise en place de capteurs ou de système de mesures pour suivre la montée du niveau d'eau sur les infrastructures stratégiques notamment lors des fortes marées.

2 Pendant l'évènement :

- Mesurer le délai de réalimentation après l'évènement et estimation des travaux de réhabilitation.
- Réaliser et partager les retours d'expériences suite à de forts épisodes de submersion (*en lien avec les tempêtes*).

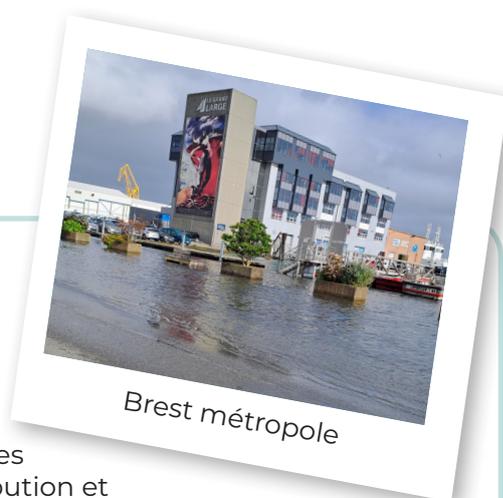
3 Sur le long terme :

- Anticiper des déplacements de population et la dépose du réseau dans certaines zones.

EXEMPLES D'ACTIONS MISES EN PLACE :

La communauté de commune du Pays Bigouden Sud dans le Finistère a pris la décision de racheter 7 habitations de Treffiagat pour les détruire pour protéger les habitants du risque de submersion marine.

Dans le cadre du contrat de concession de Brest Métropole, Enedis a identifié les ouvrages électriques vulnérables au risque de submersion marine en croisant les cartes du réseau public de distribution et celles du risque naturel. Près de 600 clients sont concernés. Compte tenu des projections de hausse du niveau de la mer une réévaluation future sera probablement nécessaire.



Port de Brest lors d'une grande marée © Direction de l'écologie urbaine / Brest métropole

ZONES OU ENJEUX EXPOSÉS

Tout le territoire breton sur tous les ouvrages hors sols : réseau BT fils nus et torsadés, HTA aérien et plus particulièrement sur les zones à risques BT (*zones boisées*) et les zones situées proche du niveau de la mer (*risque tempête conjugué au risque submersion*).

IMPACTS

Indicateurs : chute de câbles, chute de poteaux conduisant à la rupture d'alimentation électrique et interruptions des services dépendant de l'énergie (*télécom, eau, etc.*).

MESURES D'ADAPTATION :

1 Adapter les investissements et la maintenance :

Le risque tempête est bien connu en Bretagne. Les principales actions à mener sont déjà inscrites dans les PPI des contrats de concessions et le « Programme Reconstruction et Résilience post Ciarán » :

- Éradication des fils nus, renouvellement des chaînes d'ancrage.
- Renouvellement des supports vétustes.
- Amélioration de l'accessibilité pour réaliser rapidement les actes de réparation pour réalimenter les clients.
- Identifier et renforcer les « points chauds » du réseau alimentant les services essentiels (*eau potable, assainissement, télécom, etc.*).
- Identifier, en lien avec les EPCI et les groupements d'achat d'Énergie les points de livraison « sensibles » (*EHPAD, eau potable, etc.*) et les sécuriser au mieux.

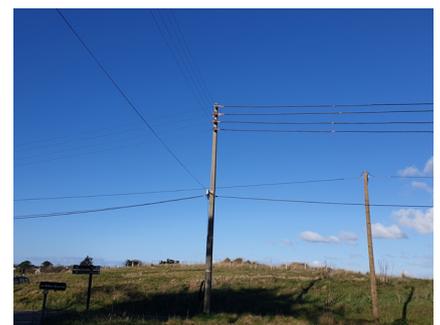
Plus spécifiquement, l'élagage est un enjeu, responsable pour Ciarán de 40% des incidents sur le réseau. En lien avec la réglementation actualisée sur les responsabilités d'élagage, un travail peut être conduit par les AODE avec les communes pour rappeler les engagements de chacun (*Enedis, propriétaires, locataires, communes, etc.*).

EXEMPLES D' ACTIONS MISES EN PLACE :

Brest métropole, en collaboration avec Eau du Ponant et Enedis, a engagé un travail d'identification des ouvrages électriques alimentant les infrastructures d'eau potable et d'assainissement les plus vulnérables. L'objectif est d'améliorer leur alimentation en planifiant le remplacement des réseaux BT (*fils nus et réseaux souterrains anciens*), afin de limiter les coupures dues aux aléas extérieurs (*vents, chutes d'arbres*) et de réduire les délais de rétablissement.

2 Anticiper la crise en cas de rupture de courant impactant un nombre conséquent d'abonnés :

- Mise en place de systèmes de communication adaptés et de partage d'informations entre Enedis et les AODE.
- Utiliser les grappes de compteurs Linky et le portail Collectivités d'Enedis pour voir les incidents et travaux.
- Être associé en tant qu'AODE dans les échanges avec l'Etat en cas de crise et en amont lors de la revue des PCS / PCIS.



Réseau BT « fils nu » dans le Finistère © PEBreizh

Des boucles d'échanges par téléphone ont été mises en place à l'échelle des départements du Finistère et des Côtes-d'Armor entre Enedis et les syndicats pour fluidifier le partage d'information en cas de coupure de courant.

ZONES OU ENJEUX EXPOSÉS

Tout le territoire breton lors des périodes de fortes températures et plus spécifiquement en zones urbaines : réseau BT et HTA CPI (câbles isolés en papier imprégné) et les postes de transformations.
Personnels des entreprises de travaux.

IMPACTS

Surchauffe des câbles, fonte ou matériel rendu défectueux, vieillissement accéléré nécessitant un renouvellement.
Risque sanitaire pour le personnel, nécessitant un décalage des travaux et interventions, aménagement des horaires de travail.

MESURES D'ADAPTATION :

1 Adapter les investissements et la maintenance :

Avoir une stratégie d'investissement qui tient compte de vagues de chaleur.

- **Postes de transformation et ouvrages aériens** : utiliser des spécifications techniques permettant de s'adapter à de fortes chaleurs et s'appuyer sur le retour d'expériences des autres AODE avec un climat plus chaud (*sud de la France*).
- **Remplacement des câbles CPI HTA et BT** : tous les câbles vont être remplacés dans le cadre des PPI. Cibler en priorité les zones urbaines en utilisant les cartes des îlots de chaleur existantes.
- **Dialogue avec Enedis** : sur les choix techniques et la vulnérabilité potentielle aux fortes chaleurs des investissements. Par exemple, la bascule des OMT (*Organes de manœuvre télécommandés*) dans les postes de transformations et non dans les armoires de coupure risquent d'être fragilisée en cas de fortes chaleurs.

2 Tenir compte des retours d'expérience dans le sud de la France et en Bretagne :

- Identifier les pannes et incidents causés directement par les fortes chaleurs. Ce travail est à mener conjointement entre Enedis et les SDE, afin de pouvoir améliorer ensemble les pratiques et éviter les risques de pannes.

EXEMPLE D'ACTIONS MISES EN PLACE :

En 2024, le linéaire de réseaux souterrain de type CPI HTA était de 111km en Ille-et-Vilaine, **Rennes métropole** concentrant 63% des câbles CPI HTA. Cette typologie de câble, sensible aux fortes chaleurs est importante avec un nombre de journées très chaudes par an de 14 jours en 2050, passant à 23 jours en 2100 (contre 5 jours sur le climat de référence 1976-2005). Le contrat de concession entre le SDE35 et Enedis, signé en 2021 prévoit de renouveler 100km dans les 25 prochaines années dont 15km sur la période 2022-2025.

Câble CPI © Enedis



INCENDIES

● SENSIBILITÉ FAIBLE

ZONES OU ENJEUX EXPOSÉS

Postes de transformations, ouvrages aériens en zones boisées.

IMPACTS

Rupture d'alimentation, propagation de l'incendie avec des dégâts matériels et humains.

MESURES D'ADAPTATION :

1 Les « OLD »

Obligations Légales de Débroussaillage, consistent en une réduction des combustibles végétaux de toute nature dans le but de diminuer l'intensité et de limiter la propagation des incendies. En Bretagne, les OLD ne concernent que le Morbihan et l'Ille-et-Vilaine.

2 Renforcer les protections des ouvrages électriques contre les risques de feu :

Couloir pare-feu, élagage régulier.

RISQUE RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES

Ce risque n'a pas été étudié, la présence de zones « RGA » en Bretagne étant limitée.



Impacts de la tempête Ciarán sur le réseau © Enedis



Travaux sur le réseau électrique © SDE22

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE À L'ÉCHELLE DE LA RÉGION BRETAGNE

CONTEXTE

Les AODE bretonnes et leurs sociétés d'économie mixte (SEM) investissent dans les énergies renouvelables et contribuent à l'effort de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ces infrastructures de production et les modèles économiques associés sont aussi vulnérables au changement climatique. L'identification des impacts et des mesures d'atténuation lors des différentes phases du projet (*conception et montage financier, travaux, exploitation, etc.*) permet de réduire les risques.

PROJECTIONS CLIMATIQUES EN BRETAGNE

(source : Observatoire de l'Environnement en Bretagne)



+40 jours par an en 2100 de journées chaudes ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) et +25 jours par an avec des conditions météo favorables aux feux de végétation (par rapport à 1976-2005).



+36 à 69cm de niveau de la mer en 2100 par rapport à 2020, 10 à 100 fois plus de fréquence de submersions pour une élévation supplémentaire de 60 cm.



Davantage de pluies en hiver (+14%), des précipitations extrêmes plus intenses, davantage de conditions favorables aux inondations. Davantage de sécheresse météorologiques, hydrologiques et des sols.



Incertitude sur l'évolution des tempêtes (*fréquence, intensité*), mais plus d'impacts avec la montée du niveau de la mer.

PRINCIPAUX IMPACTS DES ALÉAS CLIMATIQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Dommages matériels sur les infrastructures en cas d'événements climatiques extrêmes (*tempêtes, inondations, submersion marine, épisodes de grêle, etc.*).

Incertitudes sur la disponibilité des ressources à long terme (*vent, ensoleillement, biomasse*).

Modèles économiques sensibles aux fluctuations des prix du marché, eux-mêmes influencés par les conditions météorologiques locales ou européennes qui vont être de plus en plus extrêmes (*canicules, sécheresses prolongées, hivers plus doux, etc.*).

Évolutions des conditions d'exploitation pour certaines filières, notamment la méthanisation.

Hausse des primes d'assurance et durcissement des conditions de financement bancaire.

PRINCIPALES ACTIONS IDENTIFIÉES POUR RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Intégrer des analyses de sensibilité aux variations du climat dans les dimensionnements et les plans d'affaires.

Réduire la dépendance au marché de l'électricité pour les modèles économiques.

Évaluer la prise en compte du risque climatique par le secteur bancaire et assurantiel et les impacts sur les plans d'affaires.

Faire une veille sur les projections de variation des gisements en énergies renouvelables disponibles en lien avec l'évolution du climat.

Demander aux concessionnaires ou délégataires de fournir des plans d'adaptation au changement climatique.

INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES : EN TOITURE, AU SOL OU SUR OMBRIÈRE

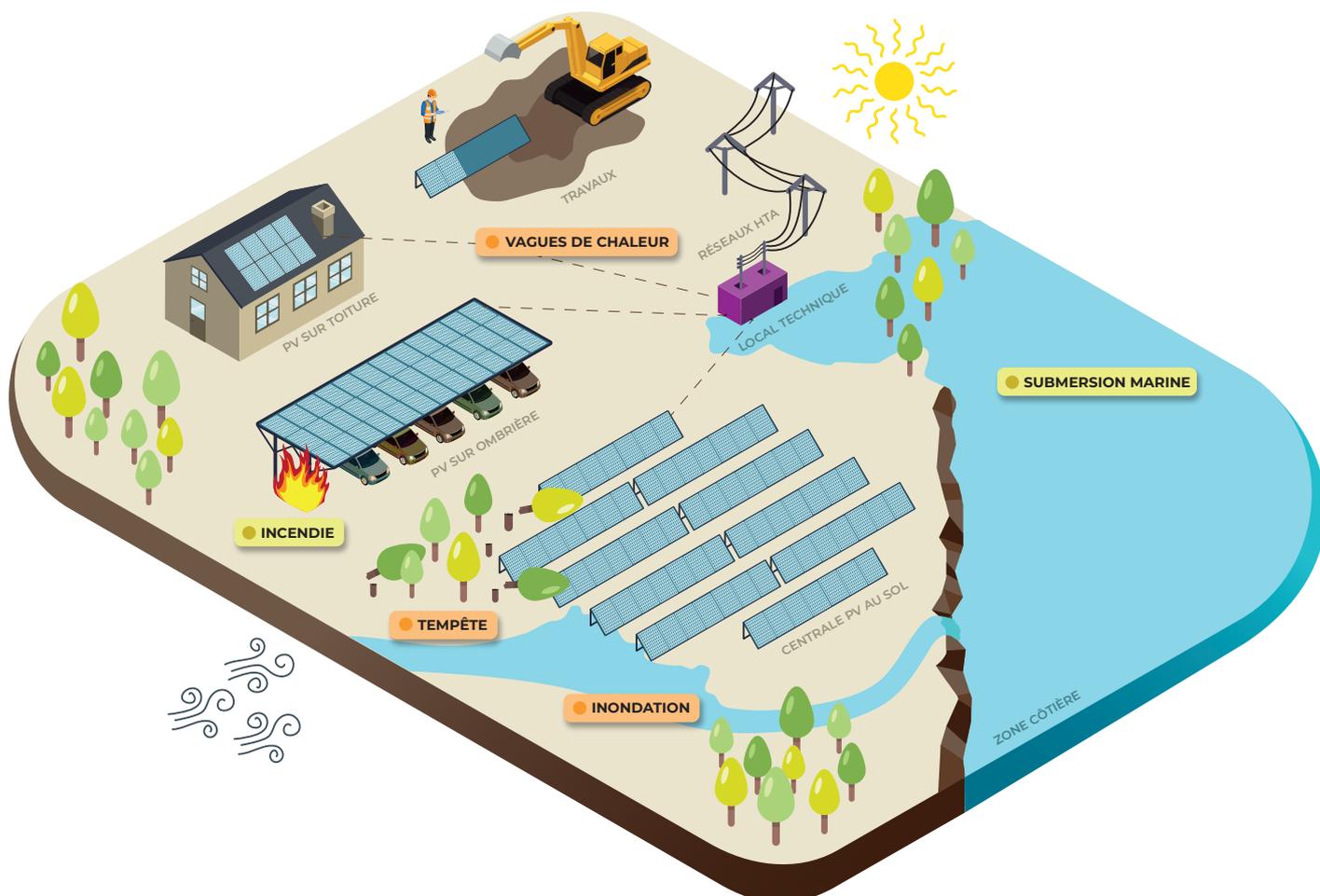
SYNTHÈSE :

Pour les installations photovoltaïques (PV), un certain nombre de spécifications techniques au stade de la conception peut permettre de réduire la sensibilité et l'exposition aux aléas climatiques.

Pour les installations déjà en service, des actions préventives peuvent déjà être mises en place : prévention contre les incendies (*conception, maintenance préventive, etc.*), prévention contre le risque de tempête (*structures d'ancrage plus robuste, élagage, etc.*).

Le dimensionnement des installations PV est basé sur l'ensoleillement moyen des dernières années. Les études scientifiques manquent pour évaluer si le changement climatique modifiera l'ensoleillement moyen et si oui de quelle manière.

La manière dont les assurances et les banques vont intégrer le risque climatique pour les installations photovoltaïques est aujourd'hui incertaine, mais les conditions de financement et d'assurabilité seront certainement plus exigeantes.



INONDATIONS ET AUGMENTATION DE LA PLUVIOMÉTRIE

● SENSIBILITÉ MOYENNE

IMPACTS

Pour le PV au sol et en ombrière :

- Dégâts matériels en cas de submersion des locaux techniques nécessitant une remise en état ou des réparations, interruption de service occasionnant la perte de revenus et diminution de la rentabilité sur le long terme.
- Saturation en eau des sols remettant en cause les fondations des centrales au sol (*ravinement, risque fort d'érosion*).
- Difficulté d'accès aux sites.

MESURES D'ADAPTATION

- Identifier et cartographier les installations existantes qui sont à proximité des zones inondables actuelles et futures.
- **En phase de conception** : positionner les locaux techniques dans les zones les moins exposées et / ou en hauteur.
- Pour le PV au sol, renforcer les fondations et protéger les parcelles par des mesures favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol (*haie / talus, solutions fondées sur la nature*).
- Intégrer dans les études géotechniques l'augmentation de la saturation en eau des sols en hiver.

RISQUE D'INCENDIES

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- **Conception** : normes incendies plus exigeantes à l'avenir (*mise en place de couloirs pare-feu réduisant la surface disponible pour le développement de projet au sol*)

En cas d'incendie :

- Dégradation des installations impliquant une baisse / arrêt de la production avec des pertes de rentabilité.
- Diminution de la production solaire (*fumée*) et dépôt de cendres / suie qui nécessite une opération de maintenance.

MESURES D'ADAPTATION

- **Conception** : mise en place de couloirs pare-feu autour des installations de PV au sol, réalisation d'une étude de sensibilité sur les pertes de productible en cas d'incendie à proximité.
- **En phase d'exploitation** : fauchage plus régulier en été sur les centrales au sol pour réduire les risques, nettoyage des panneaux solaires en cas de dépôt de cendres liés à des incendies à proximité.

VENTS VIOLENTS ET TEMPÊTES

● SENSIBILITÉ MOYENNE

IMPACTS

- Chute d'objets (*branches, etc*) sur les installations causant des dégradations matérielles : remplacement ou réparation des modules et perte de rendement.
- Prise au vent des modules PV occasionnant des dégradations matérielles.
- Dégradation des modules en cas d'épisode de grêle intense.

MESURES D'ADAPTATION

- **Conception** : réduction de la prise au vent des installations en toiture (*spécification technique*) et surdimensionnement des structures d'ancrage (*impact sur le coût d'investissement*).
- **Maintenance** : élagage régulier à proximité des installations, sécurisation des sites lorsque prévision de tempête et de vents violents, réalisation d'un contrôle visuel post événement.

SUBMERSION MARINE ET ÉLÉVATION DU NIVEAU DE LA MER

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Dégâts matériels nécessitant la réparation ou le remplacement des équipements (*augmentation des OPEX*).
- Interruption de service occasionnant la perte de revenus et diminution de la rentabilité sur le long terme.

MESURES D'ADAPTATION

- Identifier et cartographier les installations existantes à proximité des zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute à +1m, éviter d'installer sur des zones risques futurs, positionner les locaux techniques dans les zones les moins exposées et / ou en hauteur.

AUGMENTATION DES TEMPÉRATURES, VAGUES DE CHALEUR ET SÉCHERESSE

● SENSIBILITÉ MOYENNE

IMPACTS

- Diminution des rendements énergétiques au-delà de 25°C.
- Réduction de la durée de vie des composants.
- Conditions de travail dégradées en phase de construction.
- Augmentation du risque de départ d'incendie au niveau des installations PV (*défaut onduleur, défaut électrique*) et durcissement des conditions d'assurabilité.

MESURES D'ADAPTATION

- Choisir des équipements qui résistent à de fortes chaleur (*exemple d'équipements utilisés en Espagne*), adapter le système de ventilation pour le bâtiment accueillant l'onduleur (*bâtiment plus grand, ventilation plus puissante, etc.*) et les modules.
- Intégrer dans les études géotechniques l'augmentation du nombre de jours avec des sols secs.
- **Phase de construction** : Planification du chantier hors des périodes de fortes chaleurs potentielles, intégration dans les procédures internes et les cahiers des charges des modalités de travail en cas de fortes chaleurs (*décalage des horaires, mise à disposition de bouteilles d'eau, espaces ombragés, en lien avec la réglementation en vigueur*).

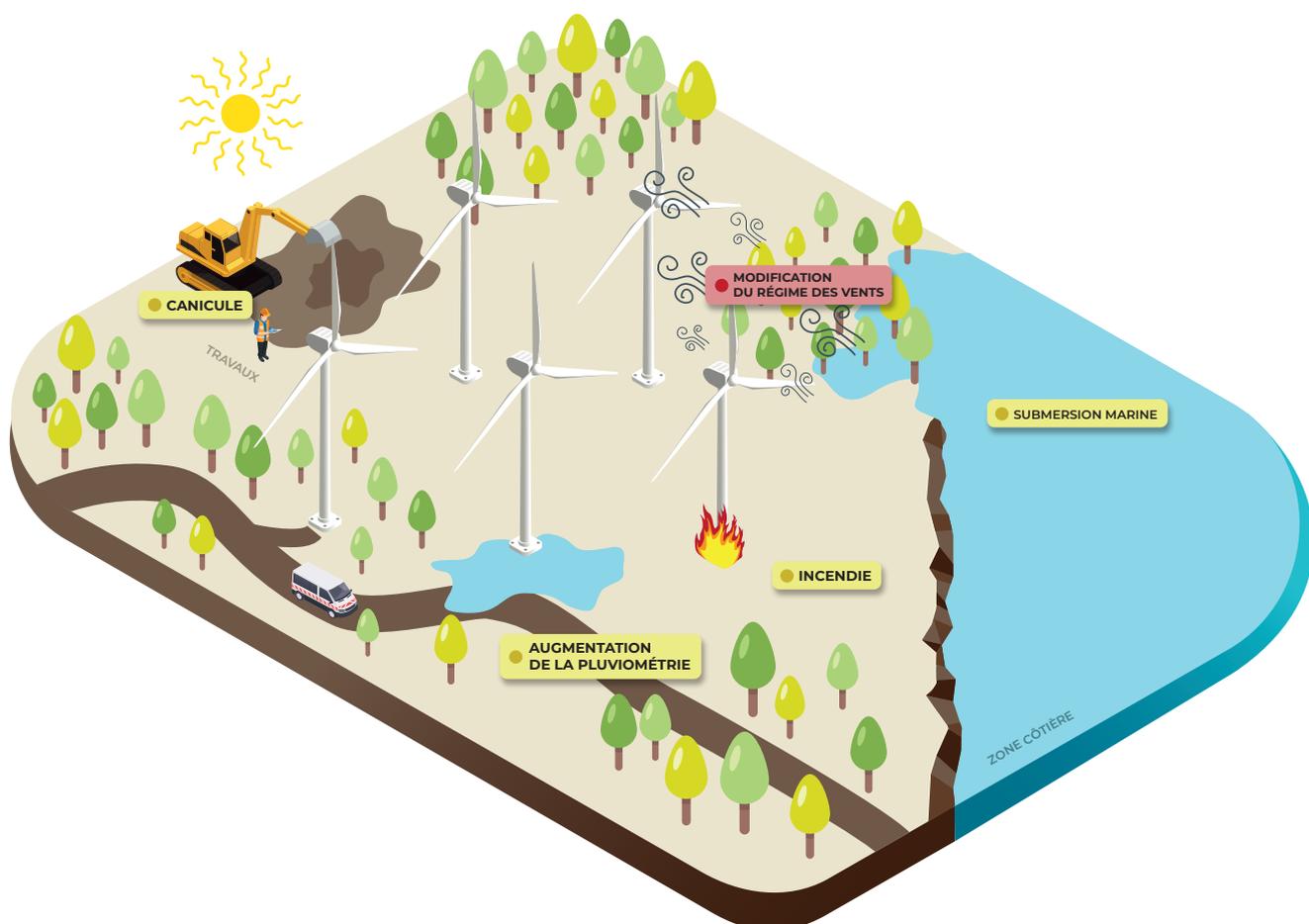
EOLIEN TERRESTRE

SYNTHÈSE :

Pour la production éolienne, la principale incertitude est la modification du régime des vents qui impacte le productible.

Les modèles économiques des producteurs sont plus dépendants du marché de l'électricité que d'autres actifs. Celui-ci dépend des conditions météorologiques européennes (*sécheresse, canicule, etc.*) et de l'équilibre offre / demande. La manière dont les assurances et les banques vont intégrer le risque climatique pour les installations éoliennes est incertaine.

Sur le long terme, l'augmentation de la pression sur la biodiversité causée par l'augmentation du changement climatique pourrait conduire à des contraintes et normes plus exigeantes.



INONDATIONS ET AUGMENTATION DE LA PLUVIOMÉTRIE

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Saturation en eau des sols remettant en cause les fondations de l'éolienne et pouvant nécessiter son démantèlement.
- Difficulté d'accès au site (*phase de construction et d'exploitation*).

MESURES D'ADAPTATION

- **Conception** : dans les études géotechniques, prise en compte de l'augmentation de la pluviométrie pouvant remettre en cause la stabilité des sols (*sols saturés en eau de manière récurrente, notamment en hiver*). Une option est la pose de matelas drainant ou de tranchée drainante au fond de la fouille (*à prendre en compte dans les investissements*).

MODIFICATION DU RÉGIME DES VENTS

● SENSIBILITÉ FORTE

IMPACTS

- **En phase de développement** : augmentation de l'incertitude sur l'estimation de la production, augmentation du niveau de risque pour la banque et dégradation des conditions d'emprunts.
- **Exploitation** : augmentation potentielle des fluctuations interannuelle de production et donc revenus interannuels très variables.

MESURES D'ADAPTATION

- Veille scientifique sur la modification du régime des vents.
- Prise en compte des incertitudes sur le régime des vents dans les hypothèses de plan d'affaires (*intégrer les valeurs de P90 au lieu de P50 dans les hypothèses*).
- Anticipation de la dégradation possible des conditions de prêt et d'assurance, augmentation du taux d'autofinancement ou d'identification d'autres sources de financement.

Aujourd'hui, les bureaux d'études s'appuient sur des moyennes des vents des dernières années. Le changement climatique va modifier le régime des vents et donc le productible. La manière dont le productible va évoluer est encore incertain, les modèles étant complexes..

Les dernières publications scientifiques, qui restent prudentes, suggèrent une variation de la vitesse du vent de +/-5%.

Sur un plan d'affaire pour un parc de 12 MW, une hypothèse de - 5% d'heures de production équivalent P75 sur l'année, fait diminuer de -7,9% le TRI du projet sur la durée d'exploitation (- 11,4% sur la durée du PPA), toutes choses égales par ailleurs.

RISQUE D'INCENDIES

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Incendies à proximité de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents, aggravé par le vieillissement des infrastructures.

MESURES D'ADAPTATION

- Mise à disposition de points d'eau incendie par l'exploitation, respect de l'avis et des recommandations du SDIS. Entre 2006 et 2022, 31 incendies sont survenus sur des éoliennes sur les 9000 mâts mis en service en France.

AUGMENTATION DES TEMPÉRATURES, VAGUES DE CHALEUR ET SÉCHERESSE

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Augmentation de la température diminuant les rendements énergétiques et réduit les durées de vie des composants.
- Conditions de travail dégradées en phase de construction.

MESURES D'ADAPTATION

- **Conception technique** : choix d'équipements qui résistent à des fortes chaleurs (*référentiel sur parcs éoliens en Méditerranée par exemple*) et prise en compte de l'augmentation du nombre de jours avec sols secs dans les études géotechniques.
- **Phase de construction** : planification du chantier hors des périodes de fortes chaleurs potentielles, en lien avec le droit du travail, intégration dans les procédures internes et les cahiers des charges des modalités de travail en cas de fortes chaleurs (*décalage des horaires, mise à disposition de bouteilles d'eau, espaces ombragés, en lien avec la réglementation en vigueur*).

SUBMERSION MARINE ET ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Dégâts matériels remettant en cause les fondations de l'éolienne et pouvant nécessiter son démantèlement.

A noter : dans les communes littorales, les éoliennes ne sont pas autorisées à moins d'1 km de la limite haute du rivage (*sauf modification du PLU*).

MESURES D'ADAPTATION

- Éviter d'installer des éoliennes sur les zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute.

MÉTHANISATION

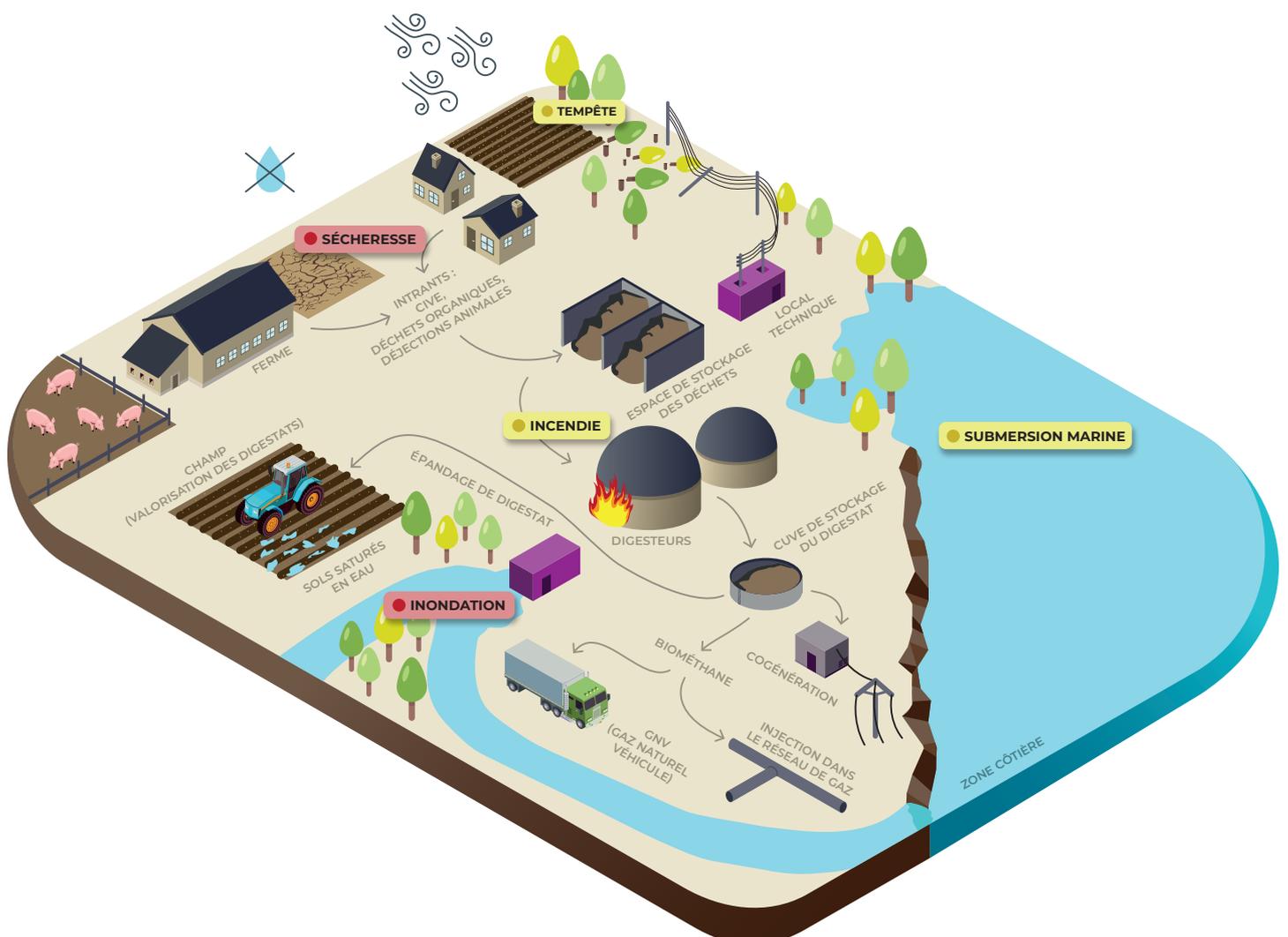
SYNTHÈSE :

La modification de la disponibilité des intrants (*en volume et en qualité*) en cas de sécheresse prolongée (*diminution du volume*) ou de forte pluviométrie (*récoltes impropres à la consommation qui rentrent dans le circuit de méthanisation*) va modifier le fonctionnement des installations de méthanisation.

La quantification de ces impacts est difficile, tant les dynamiques territoriales vont être modifiées sur le long terme par le changement climatique et les démarches de transition en cours (*modèles agricoles, usages de la biomasse-énergie, etc.*).

L'augmentation de la pluviométrie et la saturation des sols en eau augmentent le risque d'inondation des installations de méthanisation.

Plusieurs mesures réglementaires existent déjà et peuvent atténuer les impacts (*surélévation des installations, augmentation de la capacité des pompes, etc.*). Une identification des installations à risques (*pour des projets portés SEM/SDE*) en se référant à l'hiver pluvieux 2023-2024 est une première piste d'action. La gestion du stock de digestat, non épandable sur sols saturés est aussi un enjeu identifié pour les prochaines années.



INONDATIONS ET AUGMENTATION DE LA PLUVIOMÉTRIE EN HIVER

● SENSIBILITÉ FORTE

IMPACTS

- **Sur l'infrastructure** : saturation du réseau d'évacuation des eaux pluviales et inondations des installations : local technique (*risque de court-circuit*), zones de séchage des digestats, zones de stockage des substrats.
- **Sur l'exploitation** : impossibilité d'épandre les digestats lorsque les sols sont saturés. Retard dans les récoltes et / ou pourrissement des cultures alimentaires qui seront redirigées vers les filières de méthanisation.
- En cas de sols saturés, difficulté pour réaliser les différents itinéraires techniques des CIVE.
- Intrants avec un taux d'humidité élevé réduisant les rendements.

MESURES D'ADAPTATION

- Ne pas installer d'infrastructures de méthanisation sur des zones à proximité directe des zones identifiées comme inondables.
- **Conception** : surélévation des installations sensibles (*armoires électriques*), augmentation de la capacité des pompes (*ou installer une pompe supplémentaire pour doubler le volume du pompage*), installation d'un clapet anti-retour, groupe électrogène de secours pour le pompage (*déjà obligatoire*), protection des zones à risque de pollution. Augmentation des capacités de stockage des digestats (*contrainte : zone de stockage sont des ICPE*).
- **Exploitation** : identifier d'autres moyens de valorisation des digestats comme la commercialisation (*contraintes d'équipement et de respect de la réglementation, problématique d'épandage commune à tout le territoire*). Favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol sur les parcelles grâce aux solutions fondées sur la nature (*haie / talus*). Éviter la maladaptation par le drainage des parcelles agricoles.

TEMPÊTES

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- **Chute d'objets (*branches, etc.*) sur les installations causant des dégradations matérielles** : risque de rupture de la bâche du gazomètre (fuite de méthane dans l'atmosphère) nécessitant le remplacement ou la réparation des modules et occasionnant une perte de rendement (*et donc de rentabilité*).
- Coupure de courant ne permettant plus l'injection de gaz sur le réseau. Le gaz accumulé doit être torché avec un impact sur les revenus.

MESURES D'ADAPTATION

- **Conception** : résistance à des vents violents, groupe électrogène de secours ou batteries pour faire démarrer la pompe si nécessaire (*déjà obligatoire*).
- **Maintenance** : Élagage régulier à proximité des installations, sécurisation des sites lorsque prévision de tempête et de vents violents, réaliser un contrôle visuel post événement.

AUGMENTATION DES TEMPÉRATURES, VAGUES DE CHALEUR ET SÉCHERESSE

● SENSIBILITÉ FORTE

IMPACTS

- Diminution de la disponibilité des intrants (*volume et qualité*) impliquant une baisse de rendement et donc du volume de gaz injecté.
- Augmentation du coût de traitement du gaz.
- Risque de retrait gonflement des argiles dans certaines zones (*Bretagne moins concernée que d'autres régions*).
- Diminution du nombre de jours de gel et de jours froids et diminution de la demande en gaz global.

MESURES D'ADAPTATION

- **Prospectif** : évaluer les risques de la baisse de la production agricole et des concurrences d'usages sur des exploitations type à l'échelle d'un territoire ou de la région.
- **Conception** : intégrer le risque de perte de rendement dans les plans d'affaires. Intégrer des cultures (*CIVE*) plus résistantes à la sécheresse et aux températures élevées. Étude géotechnique sur les risques RGA pour les fondations des cuves.
- **Exploitation** : en cas de tension lors des sécheresses, encourager la réduction de la consommation de gaz à l'échelle locale pour garder un mix intégrant significativement les gaz verts. Anticiper l'adaptation des horaires de travail en cas de fortes chaleurs (*respect du droit du travail*). Explorer la piste des investissements collectifs pour la mutualisation de stockage d'intrant. En cas de forte chaleur, les troupeaux restent en bâtiment ce qui pourraient augmenter le fumier collecté avec un effet positif sur la production d'effluents maîtrisables.

SUBMERSION MARINE ET ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Réduction de la surface agricole exploitable.

MESURES D'ADAPTATION

- Prendre en compte des hypothèses réalistes d'augmentation du niveau de la mer et de submersion dans les plans d'affaires.
- Éviter d'installer des unités de méthanisation sur les zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute.

RISQUE D'INCENDIE

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Augmentation du risque d'incendie.

MESURES D'ADAPTATION

- Échanger régulièrement sur les exigences du SDIS en termes de prévention contre les feux.
- Mise en place de couloirs pare-feu suivant les exigences du SDIS.
- **Conception et adaptation des systèmes existants** (*canicules et vagues de chaleur*) : se doter de système d'aération plus efficaces dans les zones de stockage d'intrants en lien avec la chaleur pour éviter les incendies.

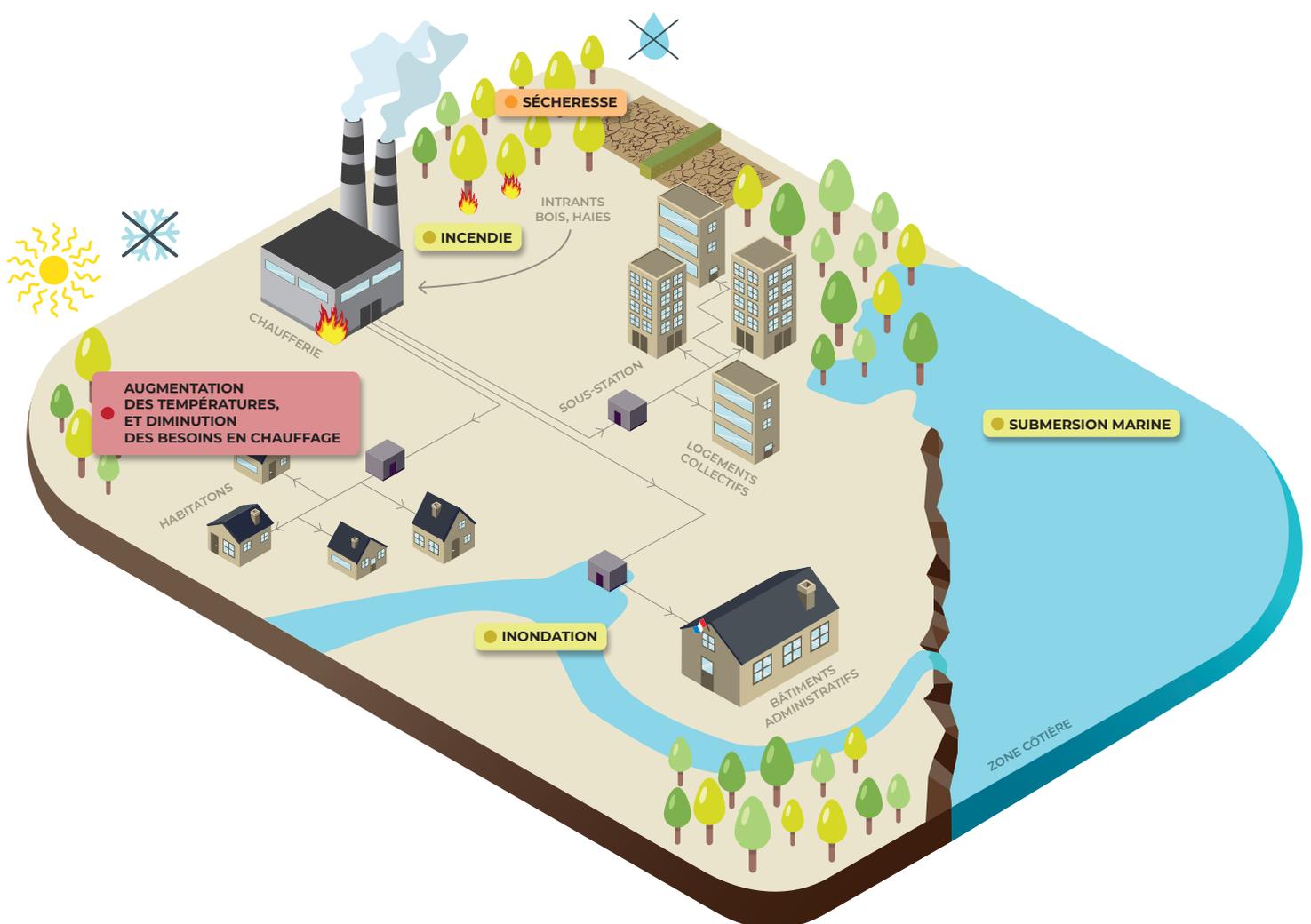
RÉSEAU DE CHALEUR URBAIN

SYNTHÈSE :

La diminution du nombre de jours de gel (et de jours froids en général) pendant la période de chauffe impacte le dimensionnement des réseaux de chaleur urbain (RCU) et donc leur modèle économique. La mise en place d'outils de pilotage des chaudières sur la prédiction de la consommation permettrait d'optimiser le dimensionnement.

Sur le long terme, il y a une incertitude sur la disponibilité de la ressource en bois. L'état de santé des forêts bretonnes est peu connu et évoluera avec le climat qui change. Des éléments de prospective sont nécessaires pour éviter les concurrences d'usages à l'échelle du territoire pour la ressource en bois, dans un contexte d'augmentation du nombre de réseaux sur le territoire.

Un plan d'adaptation ou des mesures d'adaptation au changement climatique peuvent être intégrées dans le cahier des charges des concessionnaires ou exploitants des RCU.



INONDATIONS ET AUGMENTATION DE LA PLUVIOMÉTRIE

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Inondations des sous-stations et des équipements électriques causant un arrêt de fonctionnement.

MESURES D'ADAPTATION

- Surélever les stations à risque pour éviter les inondations, dimensionnement du réseau d'évacuation des eaux pluviales en cas de forte pluie en lien avec les services en charge des voiries.

FORTES CHALEURS ET INCENDIES

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- A l'échelle du territoire et sur le long terme, baisse du stock de biomasse.
- Augmentation de la chaleur dans les entrepôts augmentant le risque d'incendies dans les plateformes de stockage.

MESURES D'ADAPTATION

- Aération suffisamment dimensionnée dans les stockages de bois en lien avec la chaleur, afin d'éviter les incendies, suivi de la ressource en bois et actions de sobriété énergétique pour réduire la consommation.

SÉCHERESSE

● SENSIBILITÉ MOYENNE

IMPACTS

- En cas de sécheresse plusieurs années de suite (*baisse de la santé des forêts, bocage, haie, production de biomasse en général*) : baisse de la disponibilité de la ressource bois en Bretagne.

MESURES D'ADAPTATION

- À l'échelle de la filière bois évaluer la tension sur la ressource bois, la bonne santé des forêts en Bretagne et l'impact sur le gisement, en lien avec le développement de nouveaux RCU.

AUGMENTATION DES TEMPÉRATURES, ET DIMINUTION DU NOMBRE DE JOURS DE GEL ET DE JOURS FROIDS EN HIVER

● SENSIBILITÉ FORTE

IMPACTS

- La demande en chauffage est plus faible, la période de chauffe est réduite.

MESURES D'ADAPTATION

- Ne pas surdimensionner les installations dans un contexte de diminution des besoins (*décret tertiaire et diminution du nombre de jours froids*) et intégrer les projections climatiques dans les dimensionnements pour trouver les optimums technico-économiques.
- Explorer la possibilité d'installer des chaudières bois de plus faible capacité avec un approvisionnement complémentaire en gaz vert.
- En phase d'exploitation : améliorer les outils de télésurveillance et de pilotage des chaudières pour optimiser la consommation d'intrants vs la consommation, en s'appuyant sur les outils de prédiction météo.

SUBMERSION MARINE ET ÉLÉVATION DU NIVEAU DE LA MER

● SENSIBILITÉ FAIBLE

IMPACTS

- Sur le long terme, dans les zones à risques, déplacement des populations et démantèlement du réseau.

MESURES D'ADAPTATION

- Éviter d'installer les réseaux dans les zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute.



Réseau de chaleur de Brest métropole
© PEBreizh



Rade de Brest © Damien Goret / Brest métropole



Installation solaire PV en toiture à Saint-Aubin-du-Cormier © EnergiV

GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

- **AODE** : Autorités Organisatrices de la Distribution de l'Énergie
- **BT** : Basse Tension
- **CIVE** : Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique
- **CPI** : Câbles isolés en Papier Imprégné
- **HTA** : Haute Tension A
- **ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- **OEB** : Observatoire de l'Environnement en Bretagne
- **OLD** : Obligations Légales de Débroussaillement
- **OMT** : Organes de Manœuvre Télécommandés
- **OPEX** : Dépenses d'Exploitation (operational expenditures)
- **PCS** : Plan Communal de Sauvegarde
- **PCIS** : Plan Intercommunal de Sauvegarde
- **PLU** : Plan Local d'Urbanisme
- **PPA** : Power Purchase Agreement
- **PPI** : Plan Pluriannuel d'Investissement
- **PPRI** : Plan de Prévention du Risque Inondation
- **PPRSM** : Plan de Prévention du Risque de Submersion Marine
- **PV** : Photovoltaïque
- **RCU** : Réseau de Chaleur Urbain
- **RGA** : Retrait Gonflement des Argiles
- **SDE** : Syndicat Départemental d'Énergie
- **SDIS** : Service Départemental d'Incendie et de Secours
- **SEM** : Société d'Économie Mixte
- **TRI** : Taux de Rentabilité Interne
- **TRACC** : Trajectoire d'Adaptation au Changement Climatique



NOTES

A series of horizontal dotted lines for writing notes, spanning the width of the page.

LE PEBREIZH, QUI SOMMES-NOUS ?

Le PEBreizh – Pôle Énergie Bretagne – est une association regroupant les 4 syndicats d'énergie bretons (*SDE22, SDEF, SDE35 et Morbihan Énergies*) ainsi que Brest métropole. Organisée officiellement depuis 2022 en association, l'entente régionale Bretagne existe depuis 2011.

L'association s'intéresse aux différents aspects stratégiques relatifs au service public de distribution d'énergie, de la transition énergétique et du développement des énergies renouvelables sur le territoire breton, en portant des projets d'importance et d'intérêt régional.



SIÈGE

Village des Collectivités d'Ille-et-Vilaine
1 Avenue de Tizé – CS 43603
35236 Thorigné-Fouillard

contact@pebreizh.fr

RÉDACTION ET COORDINATION

Juliette DARLU PEBreizh

CONTRIBUTEURS

François BÉLINE **SDE35**, Clara BOSNZAY **Atlansun**,
Benjamin BLUM **SDE22**, Edouard CÉREUIL **Morbihan Energies**,
David CONNAN **SDE22**, Charles DE LA MONNERAYE **SDE35**,
Anne EUSÈBE **Morbihan Energies**, Elodie FAUSSURIER **SDE35**,
Florent GABRIEL **Brest métropole**, Jérémy GEFFROY **SDEF**,
François JEFFREDO **SDEF**, Didier KERMAIDIC **Brest métropole**,
Gaël LE CORRE **SDE35**, Anne LE ROUX-CONTER **SDE22**,
Charlotte SIMON **SDE35**, Cécile VACQUIER-BIGOT **SDE22**

