

Cycle de webinaire « A l'action »



**Infrastructures de réseaux et risques climatiques :
quelle gestion pour des territoires résilients ?**

19 janvier 2023



Bienvenue ! Quelques consignes

Pour votre confort, nous vous conseillons:

- De vous renommer pour être facilement identifié.e (Structure/ Nom)
- De régler l'affichage en mode «intervenants»
- D'épingler les intervenants pour qu'ils soient toujours visibles

Le module Q/R est à votre disposition pour toutes questions et/ou remarques !



CC-BY-NC-SA

@helenepouille
& www.recompose.it



Sondage

Vous vous êtes inscrits à ce webinaire parce que :

- Vous voulez découvrir comment le changement climatique impacte les infrastructures de réseaux
- Vous souhaitez approfondir vos connaissances à ce sujet
- Vous connaissez les enjeux mais êtes intéressés par les solutions proposées par les acteurs

Pour vous, l'impact du changement climatique sur les infrastructures réseaux :

- Est relativement minime
- Peut être important de manière ponctuelle, en lien avec des événements extrêmes
- Est un enjeu majeur pour la résilience des réseaux et la continuité des services



OUVERTURE DU WEBINAIRE « A l'Action »

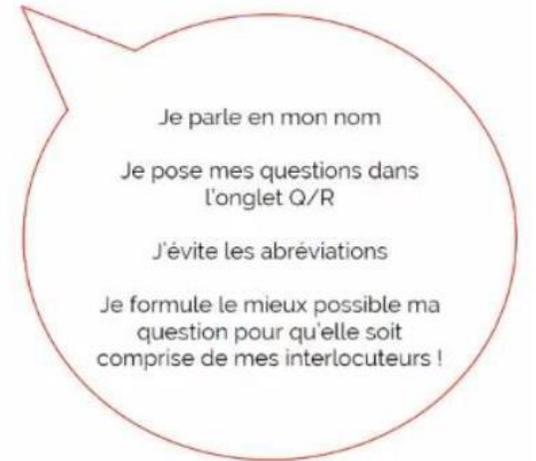


Renaud DURAND, directeur adjoint, DREAL Bourgogne-Franche-Comté



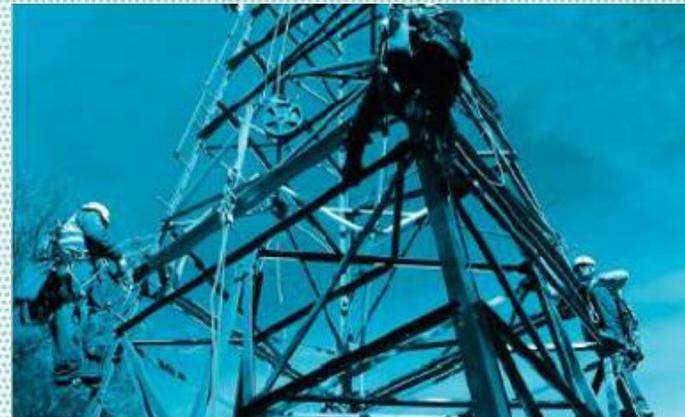
Programme du webinar

10h – 10h05	Accueil
10h05 – 10h10	Ouverture <i>Renaud Durand, DREAL BFC</i>
10h10 – 10h40	Les enjeux du changement climatique sur les infrastructures de réseaux <i>Vivian Depouès, I4CE</i>
10h40 – 11h25	Infrastructures routières : identifier les enjeux et faire face aux risques climatiques <i>Baudouin Espieux et Frédéric Jeanpierre (CEREMA), et Lauriane Debord (Département de la Nièvre)</i>
11h25 – 11h55	Vulnérabilités du réseau électrique et perspectives dans un contexte de changement climatique <i>Pascal Laude (ENEDIS)</i>
11h55 – 12h05	Clôture





Les enjeux du changement climatique sur les infrastructures de réseaux



Vivian DEPOUES, I4CE

I4CE

INSTITUTE FOR
CLIMATE
ECONOMICS

Une initiative de la Caisse des Dépôts et
de l'Agence Française de Développement

Introduction : les enjeux du changement climatique sur les infrastructures de réseaux

GRAC BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ. **Webinaire « à l'action » : infrastructures et réseaux**

Vivian Dépoues (I4CE) - @vivian_dps

19 janvier 2023

L'Institut de l'économie pour le climat



NOTRE MISSION

L'Institut de l'économie pour le climat est une association d'intérêt général, à but non lucratif, fondée en 2015 par la Caisse des Dépôts et l'Agence Française de Développement.

Conseil d'Administration : CDC, AFD, ILB, Banque de France, CDG, ADEME.

L'association développe une expertise sur l'économie et la finance, afin de faire avancer l'action contre les changements climatiques.

NOS SUJETS

Investir pour le climat et financer la transition

Certification volontaire et label bas-carbone

Institutions financières publiques

Territoires et collectivités locales

Agriculture et Alimentation

Réglementation financière

Adaptation et résilience

Filières forêt-bois

Budgets publics, fiscalité et taxe carbone

Finance privée

Entreprises et industries

EU ETS et marchés carbone réglementaires



Incendie – Juin 2015 (source: l'Indépendant)



Distorsion des rails





TER accident – Saint Aunès 2016 (source : SDIS 34)



After the flood: European rail repairs will cost billions

Published on 21-07-2021 at 10:52

Railways in Germany, Belgium and the Netherlands suffered large damages after the flooding. In Germany,



3. Les activités de réseau..... 22

3.1. Infrastructures et services de transport..... 22

3.1.1. *Quelques désordres ponctuels principalement sur le réseau routier des collectivités et pas d'impact recensé sur la circulation routière.....22*

3.1.2. *Infrastructures et trafic portuaires : quelques impacts très ponctuels.....26*

3.1.3. *Le transport ferroviaire (SNCF) : une régularité lourdement affectée mais une production des services qui semble assez résiliente..... 26*

3.1.4. *RATP : les infrastructures et le matériel roulant ont bien résisté, avec un fort impact sur le service et le confort des salariés et voyageurs.....29*

3.1.5. *Réseau et services de transport urbain de province : un impact sur le nombre d'incidents, le confort des voyageurs et les agents de conduite des bus non climatisés.31*

3.1.6. *Transport collectif : réflexions menées, recommandations et indicateurs.....32*

3.1.7. *Aucun effet visible sur le trafic aérien, quelques impacts très ponctuels sur les infrastructures aéroportuaires..... 36*

3.1.8. *Plus de la moitié des canaux gérés par VNF ont fait l'objet de restriction ou d'arrêt de la navigation en 2019 pour insuffisance d'eau.....37*

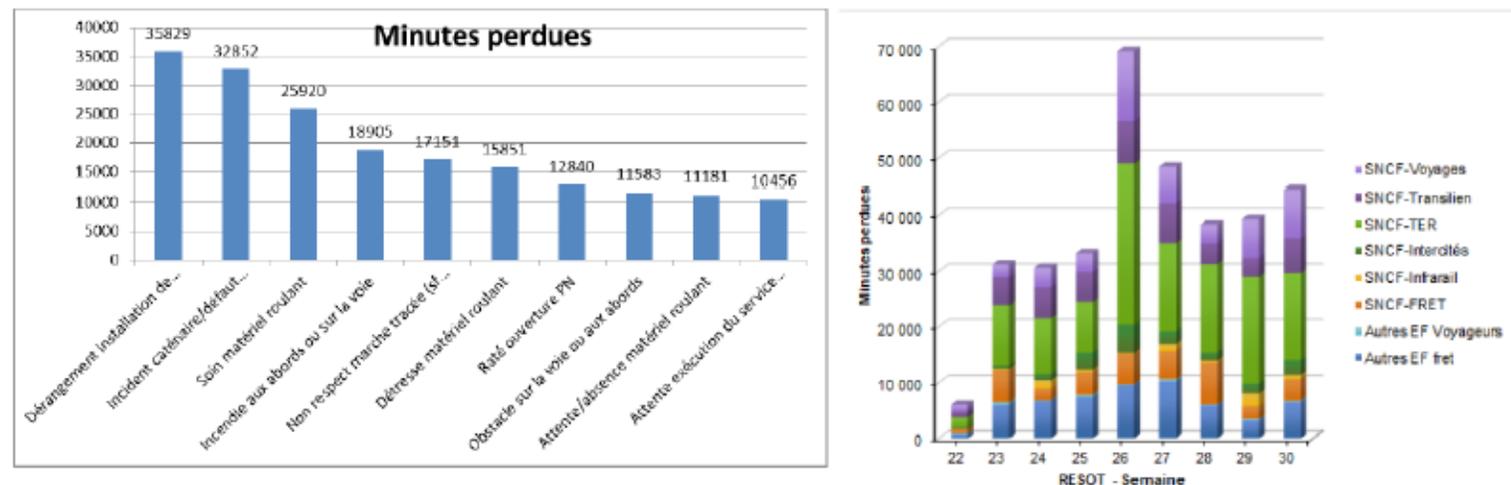
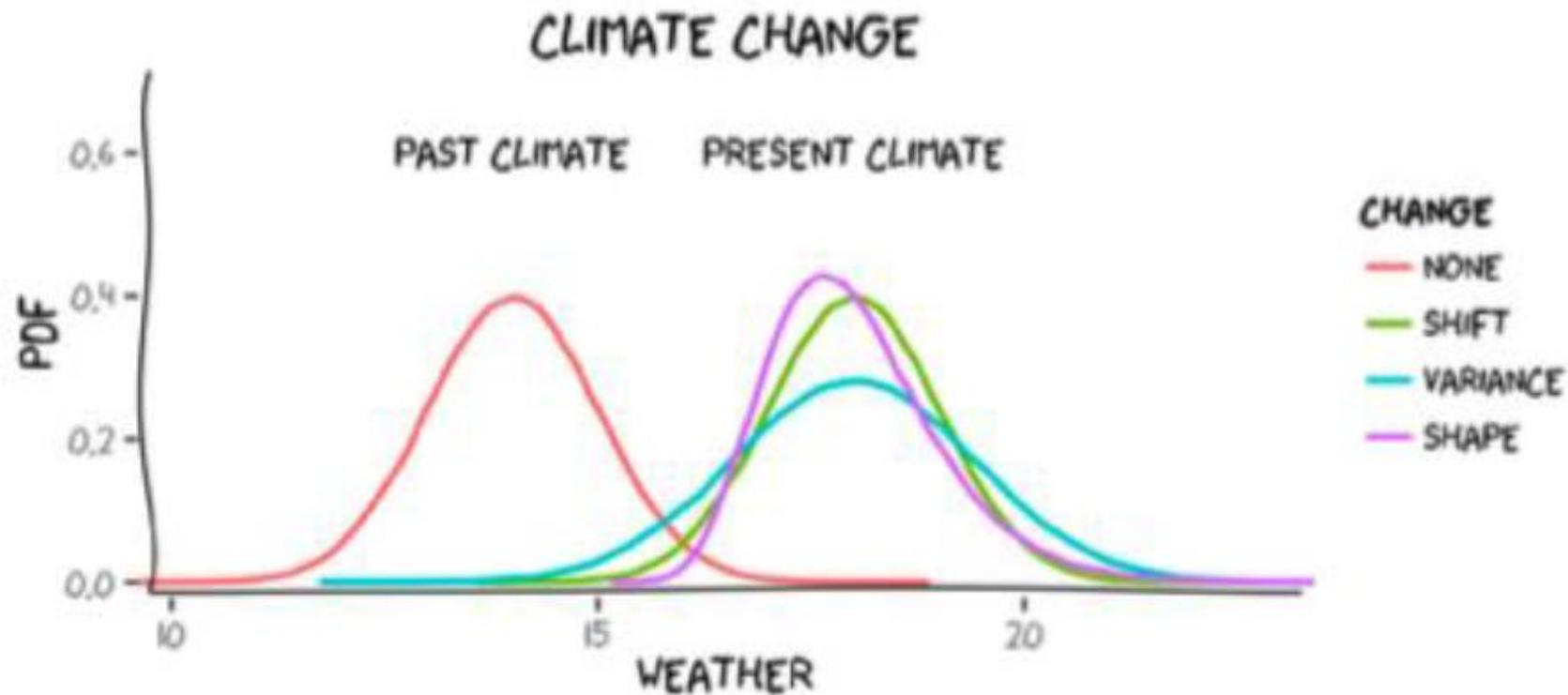


Figure 12 : Nombre de minutes perdues au-delà de cinq minutes en fonction de la nature des dix incidents les plus impactants lors de la semaine du 22 au 25 juillet, et répartition des minutes perdues chaque jour du 22 au 30 juillet selon l'activité (Source SNCF Réseau, direction des opérations et de la production). 75 % des minutes perdues l'ont été pour cause canicule.

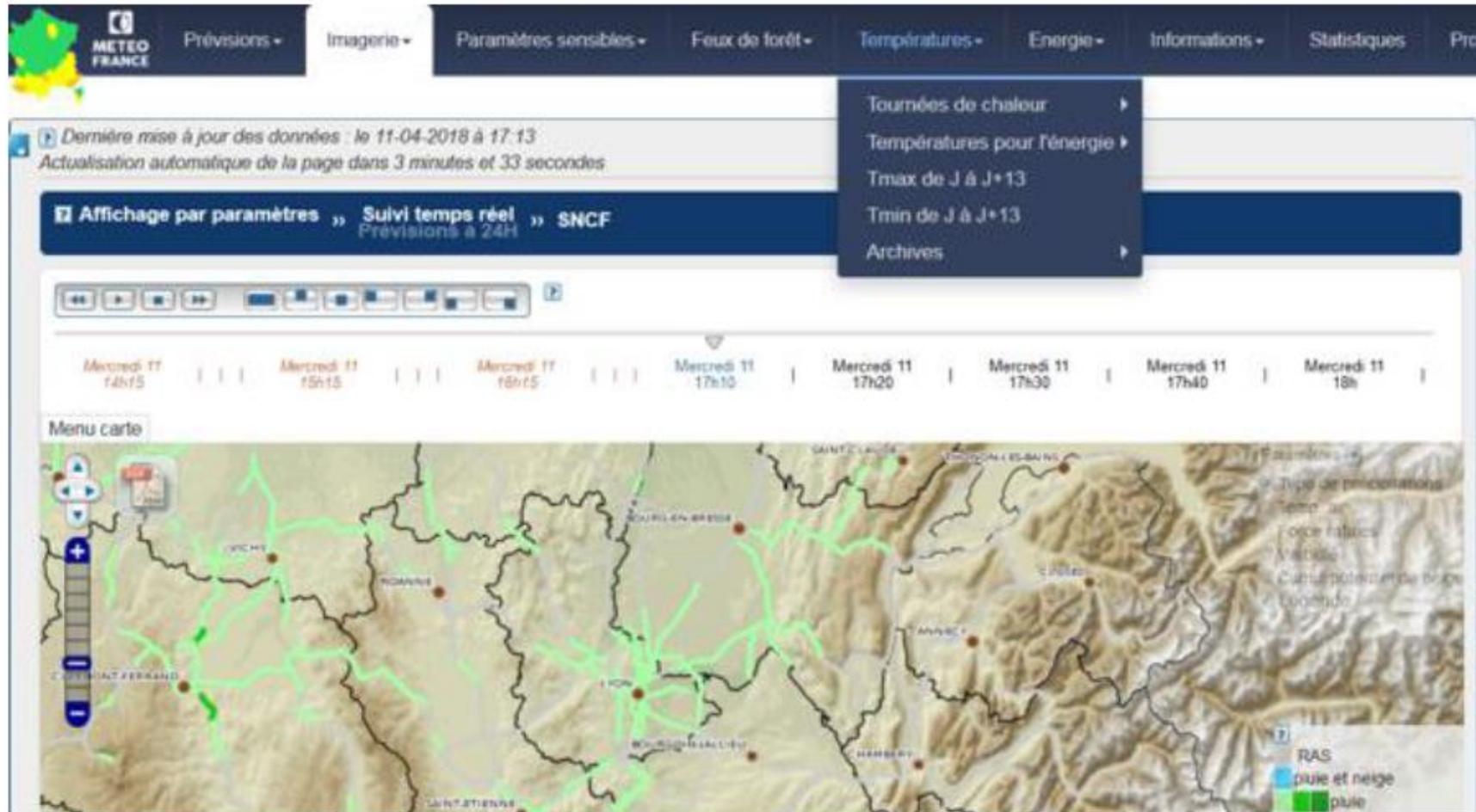
Concevoir, construire, opérer des infrastructures « hors régime »

Figure 2-1 - Changing the weather probability density function: means, shape & variance



Source: (Thao, Ribes, & Cattiaux, 2016)

« On ne pilote pas ce que l'on ne mesure pas ; on ne mesure pas ce qui ne change pas »



→ → Objectiver les vulnérabilités

Des impacts de mieux en mieux identifiés

TABLE 2 Illustrative Impacts of Climate Change in Different Infrastructure Sectors

	TEMPERATURE CHANGES	SEA-LEVEL RISE	CHANGING PATTERNS OF PRECIPITATION	CHANGING PATTERNS OF STORMS
TRANSPORT	Melting road surfaces, expansion of bridge decks and buckling railway lines.	Inundation of coastal infrastructure such as ports, roads or railways.	Disruption of transport due to flooding: damage to bridges and culverts from flooding.	Damage to assets, such as bridges.
	Damage to roads due to melting of seasonal ground frost or permafrost.		Damage to road bed for non-paved roads.	
	Changing demand for ports at open sea routes due to melting of arctic ice.		Changing water levels disrupt transport on inland waterways.	Disruption to ports and airports.
			Landsliding induced by changing rainfall.	

Cf. GIEC, GCA, PESETA iv, EEA, ITF, France Stratégie →

FRANCE STRATÉGIE
ÉCONOMIE - SOCIÉTÉ - TERRITOIRE

Risques climatiques, réseaux et interdépendances : le temps d'agir

Le réchauffement de la planète affecte les infrastructures routières et ferroviaires et les réseaux de distribution d'énergie et d'eau. Ces impacts sont cumulatifs et peuvent être aggravés par les événements extrêmes tels que les inondations, les sécheresses et les incendies de forêt. Les infrastructures vieillissantes et les réseaux interdépendants sont particulièrement vulnérables. Les décideurs doivent donc évaluer les risques et agir rapidement pour renforcer la résilience des infrastructures et des réseaux.

Sur ces enjeux, France Stratégie a publié un rapport en février 2023, « Adapter les infrastructures et les réseaux face aux risques climatiques », qui propose des recommandations pour renforcer la résilience des infrastructures et des réseaux face aux risques climatiques. Ce rapport s'inscrit dans le cadre de la Stratégie Nationale de Sécurité d'Alimentation, de la Stratégie Nationale de Sécurité d'Énergie et de la Stratégie Nationale de Sécurité d'Approvisionnement.

Adaptation à la hausse du niveau de la mer : « Adapter les infrastructures et les réseaux face aux risques climatiques ».

Les axes de la Stratégie Nationale de Sécurité d'Alimentation, de la Stratégie Nationale de Sécurité d'Énergie et de la Stratégie Nationale de Sécurité d'Approvisionnement sont :

- AXE 1** : Renforcer la résilience des infrastructures et des réseaux.
- AXE 2** : Adapter les infrastructures et les réseaux face aux risques climatiques.
- AXE 3** : Renforcer la résilience des infrastructures et des réseaux face aux risques climatiques.

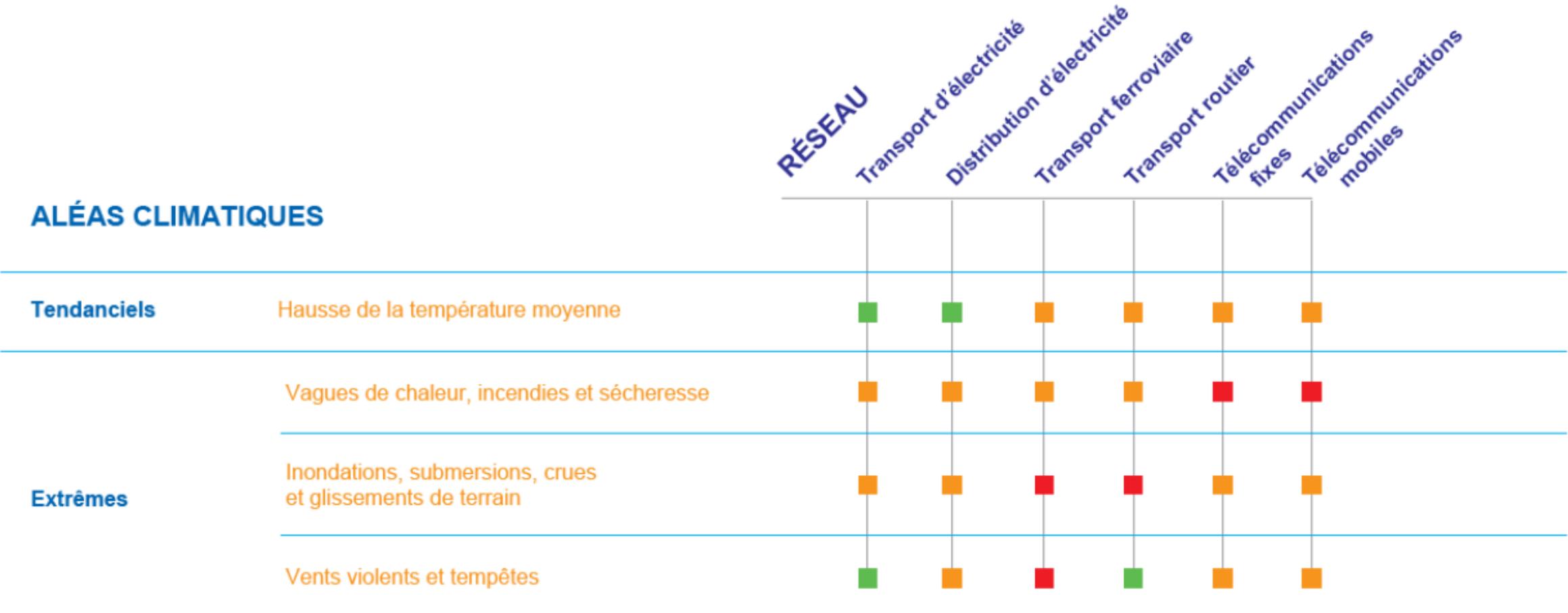
Source : France Stratégie

Clara Bak Aouf, Aïme Fournier, Maxime Séguy
Document de travail
Document de travail

La France Stratégie est un organisme public à caractère scientifique et économique placé sous le patronage de l'État. Elle est dirigée par le directeur général, élu par le conseil d'administration. Elle est financée par le budget de l'État et par des contributions volontaires.

www.strategie.gouv.fr

Qualification des risques pesant sur les infrastructures de réseaux



Source: France Stratégie 2022

Et chiffrés

European Flood Impacts on Transport (Direct Impacts only) in Europe (no adaptation).

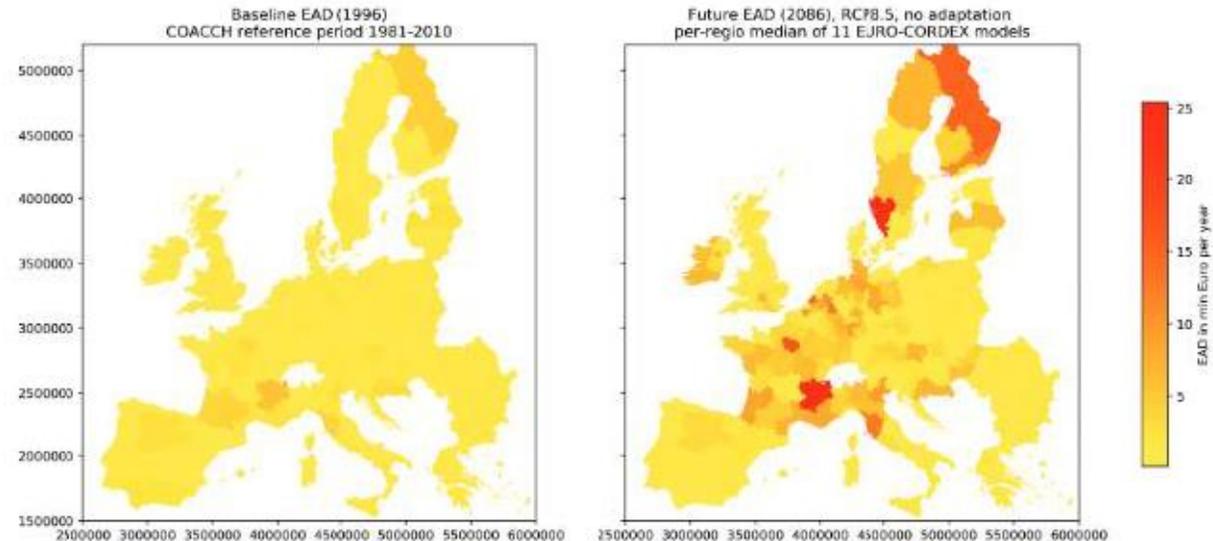
	RCP4.5-SSP2	RCP8.5-SSP5
2050s / mid century	€954 M/yr	€1147 M/yr
2080s /end century	€1469 M/yr	€2286 M/yr

Values are presented as additional impacts or costs relative to the baseline period, from the combination of climate and socio-economic change, and are presented as undiscounted values in future years in current prices.

European Flood Impacts on Transport (Direct Impacts only) in Europe (WITH adaptation).

	RCP4.5-SSP2	RCP8.5-SSP5
2050s / mid century	€392 M/yr	€502 M/yr
2080s /end century	€592 M/yr	€888 M/yr

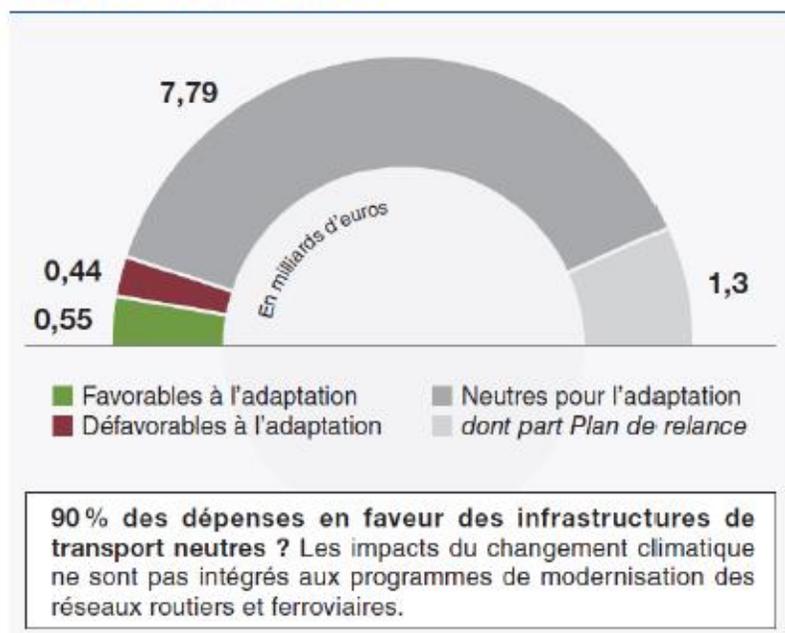
Values are presented as additional impacts or costs relative to the baseline period, from the combination of climate and socio-economic change, and are presented as undiscounted values in future years in current prices.



Expected annual damage (EAD) to road infrastructure in 1996 and 2086, aggregated on NUTS-2 level.

Pourtant, « nous ne sommes pas prêts »

FIGURE 4 : CLASSIFICATION DE LA CONTRIBUTION À L'ADAPTATION DES DÉPENSES EN FAVEUR DES INFRASTRUCTURES ET SERVICES DE TRANSPORT SELON LE « BUDGET VERT »



[INFOGRAPHIE] LA FRANCE N'EST PAS PRÊTE AUX CHOCS CLIMATIQUES, INÉVITABLES D'ICI 2050

Un rapport sénatorial alerte sur le fait que la France n'est pas suffisamment préparée aux impacts du changement climatique qui vont être décuplés d'ici la moitié du siècle. Si les politiques se focalisent essentiellement sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, pour éviter l'ingérable, les auteurs appellent à ne pas laisser de côté les stratégies d'adaptation, afin de pouvoir aussi gérer l'inévitable.

Enjeu #1 - Systématiser la prise en compte de l'adaptation dans les décisions structurantes

Au moins 50 Mds€ d'investissements programmés qui devraient intégrer des enjeux d'adaptation		
Grands programmes d'investissement présentant des enjeux d'adaptation (liste non exhaustive) :		Montant
	Total des aides (publiques et privées) à la rénovation énergétique des logements privés Valeur 2021	6,9 Mds€/an
	Investissements de l'État pour l'acquisition, la construction, les travaux structurants et l'entretien lourd de son parc Valeur 2022	5,2 Mds€/an
	Action cœur de ville - Phase 2 du programme (annoncée) Hypothèse : maintien de l'investissement au niveau 2017-2022	1 Mds€/an
	Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain (NPNRU) Investissement prévu entre 2014 et 2030	750 M€/an
	France 2030 : (au moins) une partie du plan visant à soutenir la troisième révolution agricole, l'innovation et la compétitivité de la filière industrielle bois-forêt, les démonstrateurs de la ville durable etc... Investissements virtuellement annualisés sur 8 ans	Au moins 350M€/an
	Investissements la modernisation des réseaux de transport dont État, CT, UE, SNCF réseau et Société du Grand Paris Scénario « références actuelles » - 2023-2027, Comité d'orientation des infrastructures	13 Mds€/an
	Dépenses d'investissement prévues dans les réseaux électriques Réseau de transport (Rte) : 33 Mrds€ d'ici 2035 Réseau de distribution (Enedis) : 69 Mrds€ d'ici 2035	6,8Mrd€/an
	Dépenses d'investissement dans la construction neuve de logements sociaux Valeur moyenne (2015-2019)	10,5 Mds€/an
	Dépenses d'entretien des bailleurs sociaux dans leur parc Valeur moyenne (2015-2019)	5,5 Mds€/an
Une multitude de petits programmes d'investissement spécifiques à ne pas oublier		
	Plan Montagnes d'Occitanie Terres de vie (2019-2025), Plan littoral 21, Plan Montagne (Auvergne-Rhône-Alpes), Contrats stations 2030 (Région Sud), Plan de rénovation des écoles - Marseille, Engagement pour le renouveau du bassin minier du Nord et du Pas-de-Calais...	Au moins 340 M€/an

www.i4ce.org/au-moins-50-mds-e-an-dinvestissements-a-adapter-au-changement-climatique/



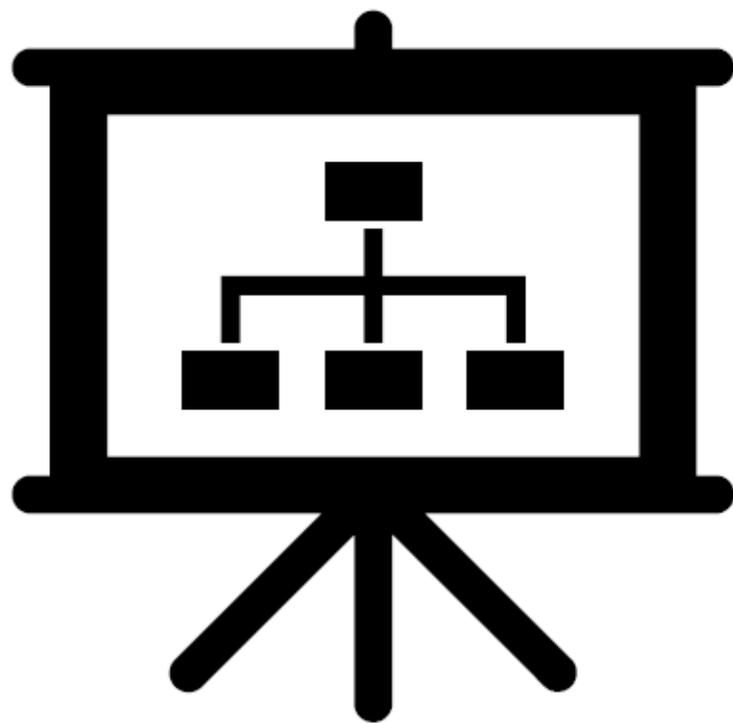
Commission adopts new guidance on how to climate-proof future infrastructure projects

Mettre en œuvre des réponses techniques



- En prévention (ex. évolution des standards et référentiels) ou en palliatif (ex. interventions ciblées sur des « hotspots »)
 - Peu d'obstacles technologiques
 - Des choix techniques (ex. matériaux, technologies...)
 - Des marges de sécurité
 - Des redondances
- ...

Mais aussi une question d'organisation et de choix stratégiques



- **Stratégies d'organisation de la gestion et de l'exploitation des infrastructures**
 - Organisation de la maintenance
 - Organisation de l'exploitation
 - Doctrines de gestion de crise
- **Des questions de politiques publiques**
 - Penser les usages – les services rendus (*ex. coût d'interruption d'un service de transport*)
 - Penser à l'échelle de systèmes (énergétiques, de mobilité...) : des redondances, des complémentarités, des interdépendances

Schéma 1 – Exemple théorique de dommages en cascade liés à des Interdépendances

Aléas climatiques extrêmes ou chroniques

Exemple : vents violents et tempêtes

Impacts directs liés à la vulnérabilité des réseaux au changement climatique

Impacts secondaires liés aux interdépendances entre réseaux



Dommages sur les infrastructures des réseaux de transport et distribution d'énergie

Réseaux de transports



Interruption des trafics routiers et ferroviaires



Problèmes de congestion en zones denses ou de sécurité dans les tunnels

Réseaux de télécommunications

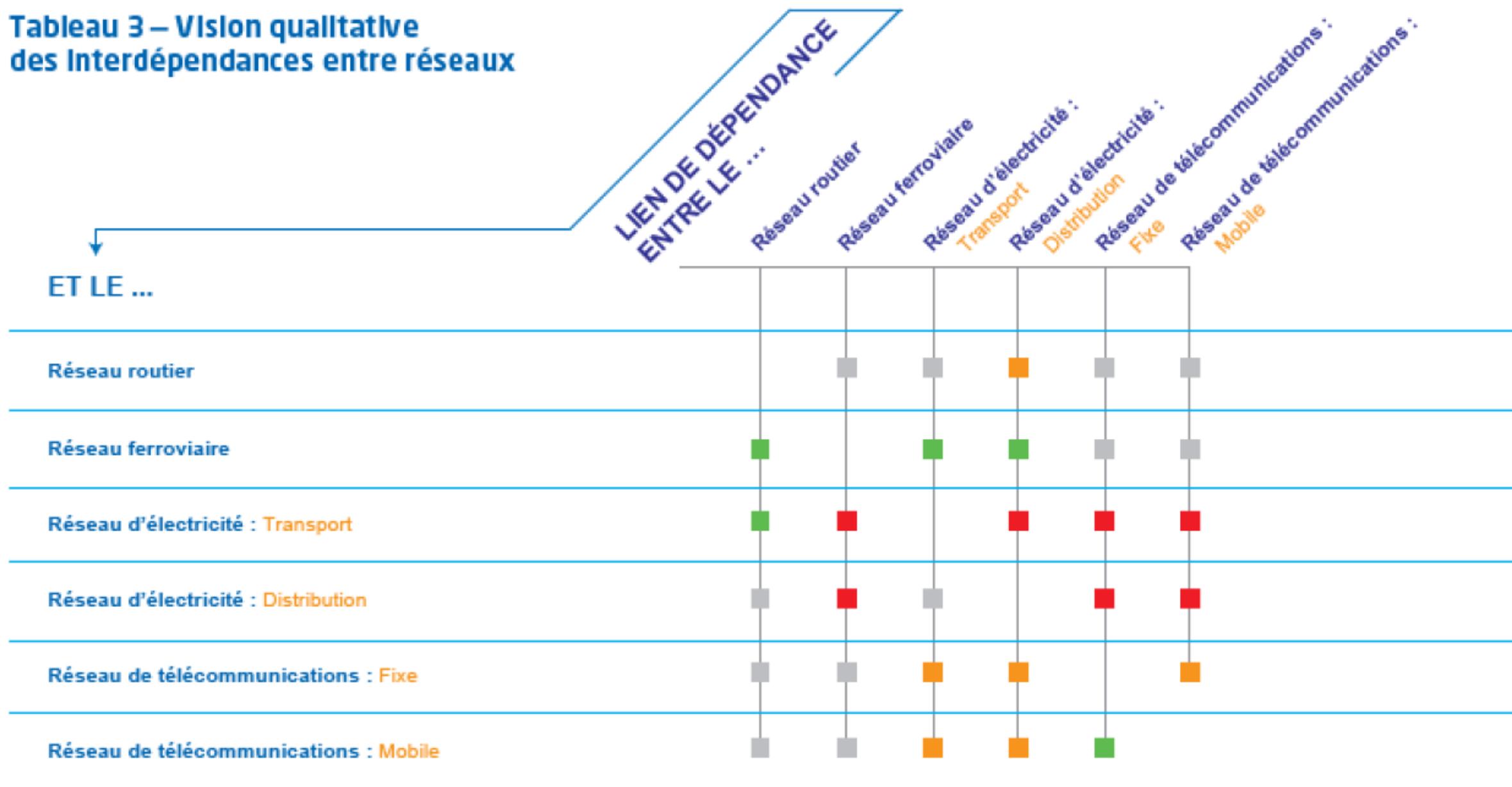


Panne d'alimentation d'un serveur des réseaux de télécommunications

Lecture : des vents violents peuvent engendrer des dommages importants sur les infrastructures de transport et/ou de distribution d'électricité. En cascade, le trafic ferroviaire peut être interrompu et les serveurs de réseaux de télécommunications peuvent subir des pannes. L'ensemble a des impacts socioéconomiques plus larges que les seuls dommages physiques sur les infrastructures de réseau. En France, le programme de sécurisation mécanique du réseau de transport d'électricité a permis de limiter les probabilités d'effets en cascade décrits dans le schéma pour l'aléa tempête.

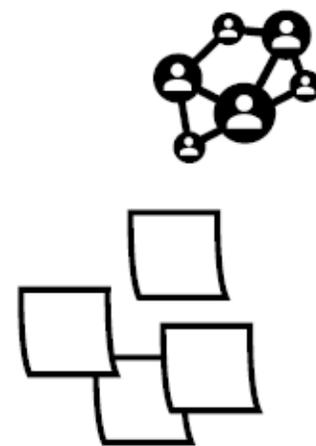
Les interdépendances : une dimension négligée de l'adaptation ?
(France Stratégie)

Tableau 3 – Vision qualitative des Interdépendances entre réseaux



Contribuer à l'adaptation

- Interpeller et travailler avec les gestionnaires et opérateurs d'infrastructures, promouvoir une transparence de l'information
- Impulser une dynamique d'analyse et de mise en discussion des vulnérabilités des systèmes du territoire
 - Impulser par exemple une étude macro des enjeux (ex. Région Sud) et inciter les gestionnaires et opérateurs à approfondir. Des méthodologies existent (ex. CEREMA)
 - Travailler sur un « stress-test » régional – « Qu'est-ce qui pourrait mal tourner si... ? »
- En faire une question politique et stratégique
 - Portée à haut niveau
 - S'appuyant sur des travaux de prospective partagés, incluant les usagers
 - Interrogeant les services-rendus ; ce à quoi l'on tient ; les priorités (ex. entretien vs. développement)
- Organiser les espaces de gouvernance et de discussion
 - Ex. sur les interdépendances
 - Ex. exercices de crises – se préparer à gérer les risques résiduels
- Programmer les dépenses, inscrire le sujet dans les discussions budgétaires



Un travail quotidien sur les capacités d'adaptation

- Des moyens d'animation et d'ingénierie d'abord
- Développement et partage de connaissances
 - Sur ce qui est en train de se passer (mesures...)
 - Sur les futurs possibles et leurs conséquences
- De nouvelles compétences à développer
- Des outils de gestion adaptés à déployer
 - Normes et les standards
 - Procédures, cadres méthodologiques
 - Outils d'aide à la décision
 - Outils de communication
- Une « culture partagée » à entraîner
 - Retours d'expérience collectif – sortir du « c'est sous contrôle »
 - Simulation de crises

...

En savoir plus, ressources complémentaires

Travaux I4CE

- Quelle place pour les collectivités dans l'adaptation des territoires français aux conséquences du changement climatique, 2023 (à paraître)
- Collectivités : agissez dès aujourd'hui pour adapter votre territoire aux conséquences du changement climatique ! , 2023 (à paraître)
- [Au moins 50 Mds €/an d'investissements publics à adapter, 2022 \(billet d'analyse\)](#)
- [Se donner les moyens de s'adapter aux conséquences du changement climatique en France : de combien parle-t-on ?](#)
- [Pas d'adaptation sans exigences opérationnelles ni moyens humains, 2021](#)
- [Prendre des décisions pour des infrastructures adaptées aux changements climatiques \(thèse\), 2019](#)

Quelques documents de référence

- France Stratégie. [Risques climatiques, réseaux et interdépendances : le temps d'agir, 2022](#)
- Carbone 4 pour la FNTP. [Le rôle des infrastructures dans la transition bas-carbone et l'adaptation au changement climatique de la France, 2021](#)
- [Ressources du CEREMA](#)
- [COACCH, The Economic Cost of Climate Change in Europe, 2021](#)
- [JRC, PESETA IV - Projection of Economic Impacts of climate change in Sectors of the EU based on bottom-up Analysis, 2020](#)
- [Global Commission on Adaptation, Adaptation of Infrastructure Systems, 2019](#)
- [International Transport Forum, Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather, 2016](#)
- [EEA, Adaptation of transport to climate change, 2014](#)

Annexes

Ex. De nouvelles compétences pour la gestion de la végétation



Vegetation control and adaptation to climate change
Climate change is one of the emerging issues facing the rail system with regard to its methods of vegetation control. This article addresses this particular problem and provides some useful input for SNCF on how best to adapt its working practices to allow for current and future climate change.

Vegetationspflege und Anpassung an den Klimawandel
Der Klimawandel ist Teil der problematischen Entwicklungsdynamik für das Eisenbahnsystem, was die Vegetationspflege betrifft. Die Art des Angehens dieser besonderen Problematik liefert der SNCF Antworten für ihre Anpassungen an die derzeitigen und künftigen Klimaveränderungen.

Une première préoccupation exprimée par les acteurs de la maintenance, par exemple dans la région de Montpellier, est la variabilité accrue du climat à l'échelle saisonnière. Celle-ci remet en question l'efficacité des techniques industrielles de gestion de la végétation. En effet, cette activité repose en grande partie sur le passage, plusieurs mois à l'avance de trains désherbeurs capables d'égaler à 70 km/h des produits phytosanitaires. Cependant, pour être efficace, cet épandage doit se faire sous certaines conditions et à un certain moment du développement des plantes. Cette organisation ne fonctionne donc que dans la mesure où il est possible de prévoir avec suffisamment de précision et de certitude la date optimale d'intervention. Or, l'effet, déjà ressenti depuis quelques années et qui devrait s'aggraver avec le changement climatique encore à venir selon de nombreux travaux scientifiques, rend cela de plus en plus difficile.

À l'échelle nationale l'action conjuguée des hausses de température déjà observées (+ 1° C en 50 ans) et de l'augmentation des taux de CO₂ (composant essentiel à la photosynthèse) dans l'air à hauteur de + 40 % en 50 ans est proposée comme première explication d'une série de constats remontant du terrain et objectivés :

- Des abords plus boisés et des pistes plus vertes correspondant à un développement à la fois plus rapide et plus important de la végétation [1]. Il s'agit d'une part d'une extension dans l'espace avec des espèces qui voient leur aire de répartition augmenter. C'est par exemple le cas de l'Ambrósia [2] qui remonte depuis la région lyonnaise vers la région parisienne³. C'est le cas de la canne de Provence qui s'étend depuis les régions méditerranéennes.

3. Progression de la canne de Provence sur terrain de ciment vu de la gare de l'Observatoire National de la photosynthèse. <http://www.observatoire-np.fr/observatoire>

1. Photo de la gare de Montpellier

2. Photo de la présence de végétation sur et aux abords des voies et mise en évidence de facteurs aggravants comme le manque de ballast

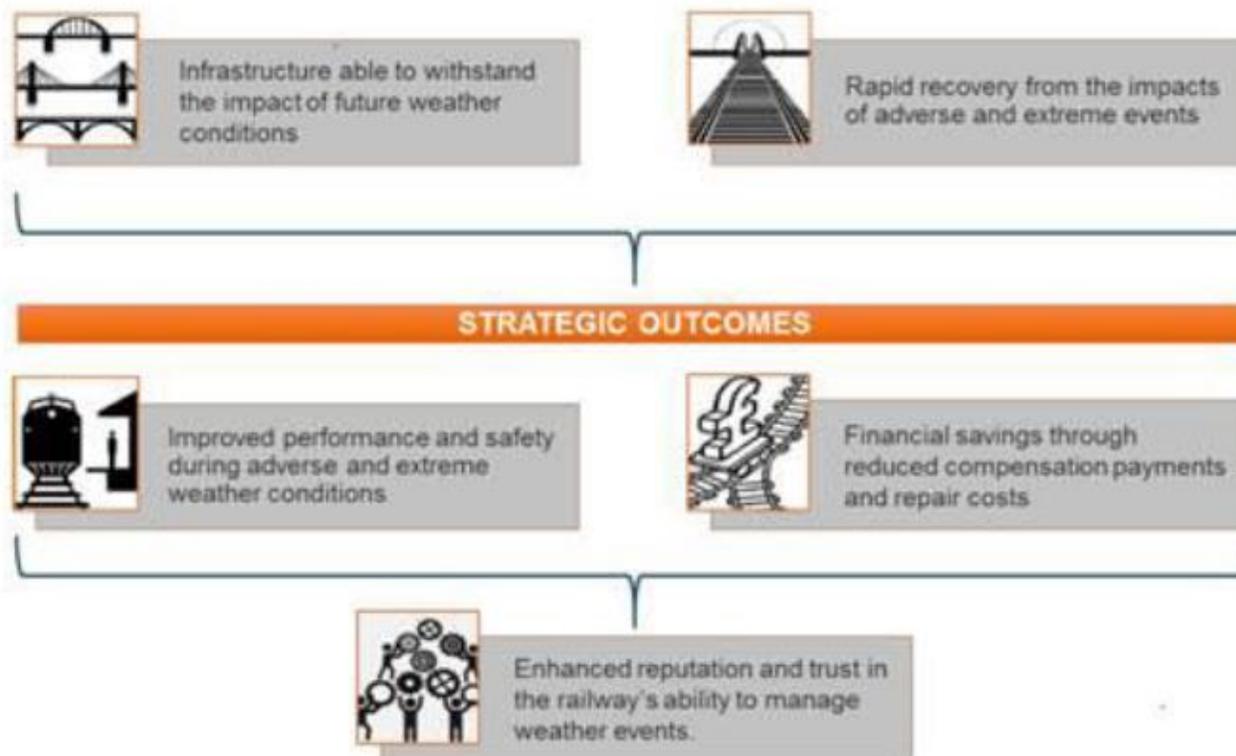
février 2019 - 33

Ex. Une stratégie de gestion patrimoniale

Royaume Uni, Network Rails *Weather Resilience and Climate Change Adaptation Strategy 2017-2019*

Figure 11 Strategic vision and outcomes for enhancing resilience of the railway

A railway that is safe and more resilient to the effects of weather, now and in the future



Ex. Le réseau électrique français, se préparer aussi à gérer le risque résiduel

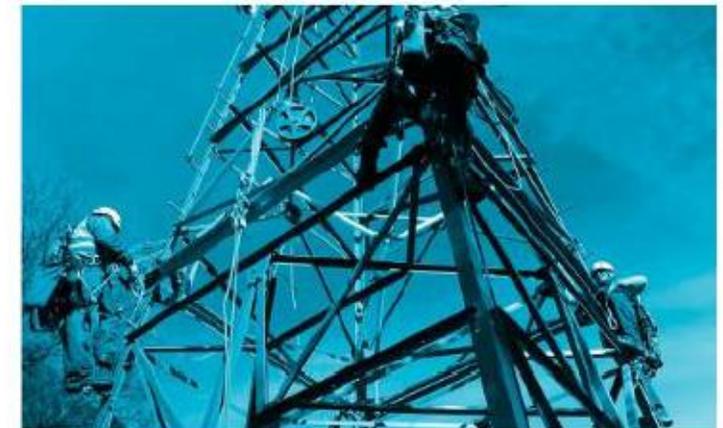
A la suite des tempêtes de 1999 (qui ont engendré plus de 6 Mds€ de dommages), les gestionnaires des réseaux de transport et de distribution d'électricité ont initié un important travail d'adaptation de leurs infrastructures :

- Rattrapage des retards de maintenance et de renouvellement ;
- Démarches de renforcement de la robustesse de leurs installations à climat constant :
 - Identification des vulnérabilités ;
 - Priorisation des investissements en fonction du niveau de robustesse visé (du niveau de risque accepté).
- Mobilisation de nouveaux moyens pour la gestion des crises et la résilience (ex. force d'intervention rapide d'Enedis) ;
- Amorce d'une réflexion – en collaboration avec Météo France - sur les futurs investissements nécessaires pour tenir compte des évolutions du climat.

En une quinzaine d'années :

- 2,8 Mds€ investis par RTE
- Plusieurs centaines de millions par an par Enedis.

Un enjeu de sensibilisation et de dialogue local pour garantir l'intégration de ces problématiques dans les schémas territoriaux, la cohérence des interventions et la coordination entre gestionnaires.





Infrastructures routières : identifier les enjeux et faire face aux risques climatiques



Baudouin ESPIEUX et Frédéric JEANPIERRE, CEREMA

Infrastructures de réseaux et risques climatiques : quelle gestion pour des territoires résilients ? *Enjeux posés par le CC sur les réseaux routiers*

Baudouin ESPIEUX
Cerema – Agence d'Autun

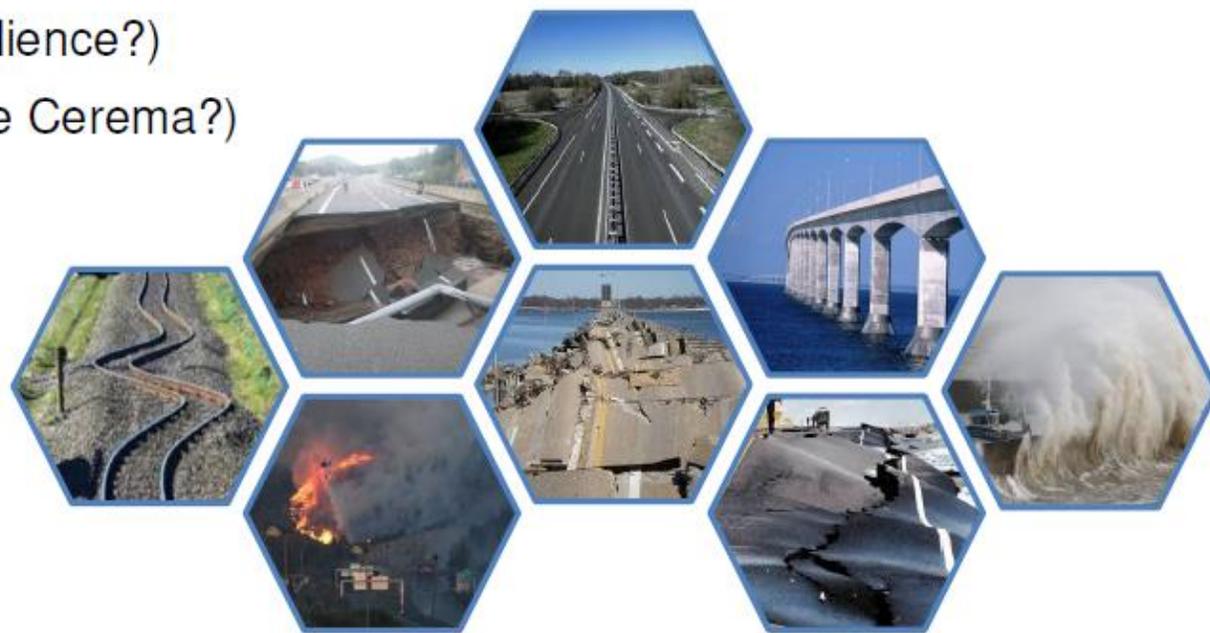
Frédéric JEANPIERRE
Cerema – Agence d'Autun

Cerema Direction Territoriale Centre-Est

Gestion des routes : enjeux de la résilience au changement climatique

Présentation de l'approche proposée par le Cerema aux gestionnaires d'infrastructures de transport:

- ❑ Quoi? (Quelle définition?)
- ❑ Pourquoi? (Pourquoi étudier / adapter la résilience?)
- ❑ Comment? (Quelles actions proposées par le Cerema?)



Gestion des routes : enjeux de la résilience au changement climatique

Résilience

“ Capacité d'un système social, économique ou écologique à faire face à une **perturbation**, une **tendance** ou un **évènement** dangereux, en réagissant ou en se réorganisant de manière à conserver sa fonction essentielle, son identité et sa structure tout en gardant ses facultés d'adaptation, d'apprentissage et/ou de transformation. ”

(D'après IPCC, 2014 et Arctic Council, 2016)

Ce qui fait partie de notre définition :

- Risque, crise, catastrophe
- Vieillesse, dégradation chronique
- Changement climatique
- Évolutions techniques, sociétales

Adaptation au changement climatique

Adaptation

Gérer l'inévitable



Atténuation

Eviter l'ingérable





Sources : Le Progrès, Commune de Sarroigna, autre

Gestion des routes : enjeux de la résilience au changement climatique

Impacts sur les infrastructures



Impacts sur les usagers



Impacts sur la gestion



Impacts sur les budgets



Impacts sur les territoires



Etc.

Améliorer la résilience et adaptation au changement climatique: Positionnement du Cerema:

Accompagnement des gestionnaires

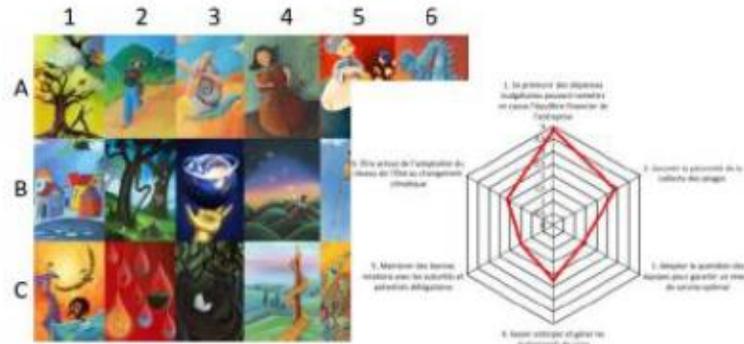


Des offres complémentaires en matière de résilience et d'infrastructures

- Diagnostiquer les vulnérabilités aux aléas climatiques actuels et futurs
- Elaborer une stratégie d'adaptation pour des infrastructures résilientes
- Vers une gestion intégrée des patrimoines d'infrastructures de transport

Accompagner les maîtres d'ouvrage

- Analyser l'exposition actuelle et future aux aléas climatiques
- Évaluer les vulnérabilités et leurs évolutions
- Identifier des solutions d'adaptation
- Définir des stratégies d'adaptation



Préciser des objectifs de résilience



Sensibiliser, former, communiquer

Améliorer la résilience des infrastructures et réseaux de transport : Diagnostiquer les vulnérabilités aux aléas climatiques actuels et futurs

Le bénéficiaire

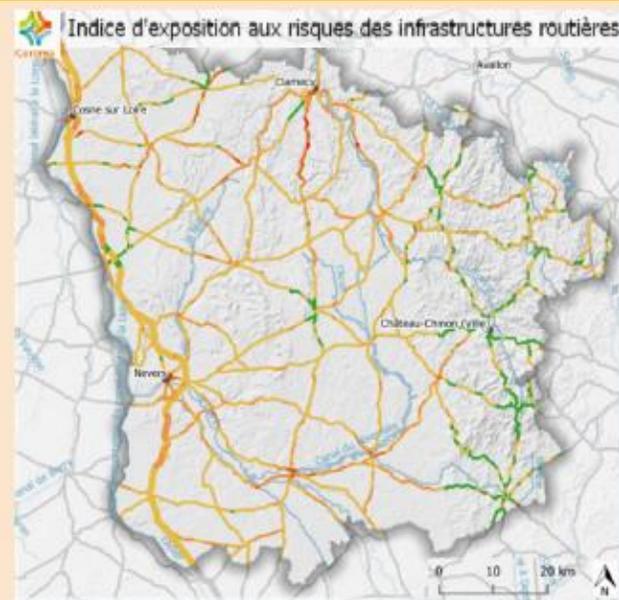


Les objectifs

Adapter les modes de fonctionnement et les politiques sectorielles de la Nièvre au regard du changement climatique

- ✓ Analyse des évolutions climatiques attendues
- ✓ Analyses des impacts potentiels sur différents secteurs, dont les infrastructures de transport
- ✓ Appui à la définition d'une stratégie d'adaptation déclinée en plan d'actions

- Résultats :
 - Base de connaissance solide sur le changement climatique
 - Sensibilisation en interne sur le sujet
 - Appropriation par les différents services
 - Mobilisation en interne et mobilisation des acteurs du territoire



NB : Indice = nombre de risques par tronçon de route : aucun (0), inondation d'après le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN), inondation d'après l'Atlas des Zones Inondables (AZI), Retrait Gonflement d'Argiles (RGA), gel/tempête/incendie dû à la proximité d'une forêt et mouvements de terrain

Etude menée en 2019

Améliorer la résilience des infrastructures et réseaux de transport : tester des solutions d'adaptation pour les infrastructures résilientes

Améliorer la résilience des infrastructures et réseaux de transport : Développer une méthodologie au profit des gestionnaires:

#1 – Améliorer la connaissance des impacts

 **Augmentation des températures moyennes
et des extrêmes chauds**

- Déformation des couches de surface des chaussées
- Problématiques liées aux joints de chaussées sur les ponts
- Exploitation : pics de pollution, feux de forêt...

 **Augmentation des températures moyennes :
moins d'épisodes d'extrêmes froids**

- Gel / dégel des plateformes
- Réduction des interventions hivernales



Source : Cerema

Améliorer la résilience des infrastructures et réseaux de transport : Développer une méthodologie au profit des gestionnaires:

#1 – Développer les approches globales



Merci de votre attention !



Marie COLIN / Thomas PLANTIER
Cerema – ITM
marie.colin@cerema.fr

Baudouin ESPIEUX / Frédéric JEANPIERRE
Cerema – Agence d'Autun /
baudouin.espieux@cerema.fr

Anne HILLERET
Cerema – Direction Territoire et Transition /
anne.hilleret@cerema.fr




RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
*Liberté
Égalité
Fraternité*


Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

www.cerema.fr

 @CeremaCom /  @Cerema

Expérimentation RGA (R&D)

Cerema - CD21

19 janvier 2023



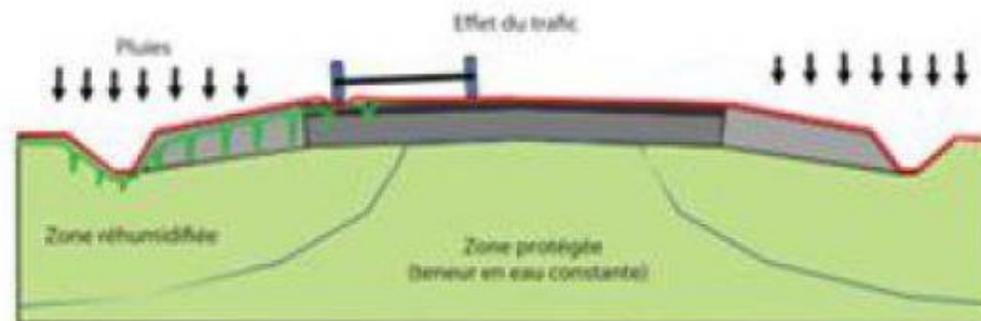
SOMMAIRE

- **Phénomène de retrait-gonflement des argiles (Infrastructures)**
- **Présentation de l'opération**
- **Diagnostic**
- **Solutions**
- **Travaux**

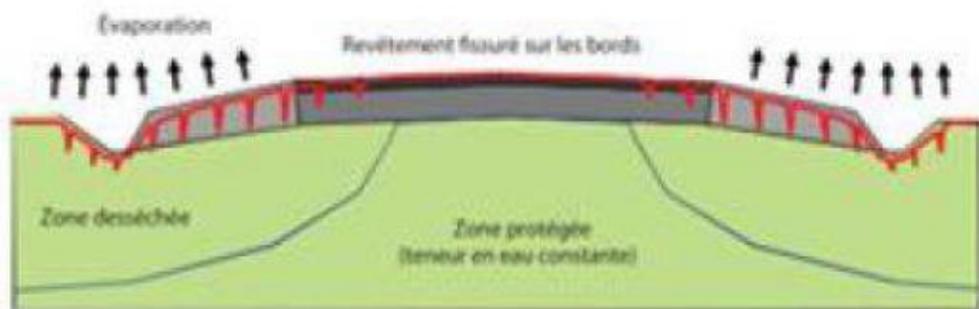
PHÉNOMÈNE RGA (INFRASTRUCTURES)



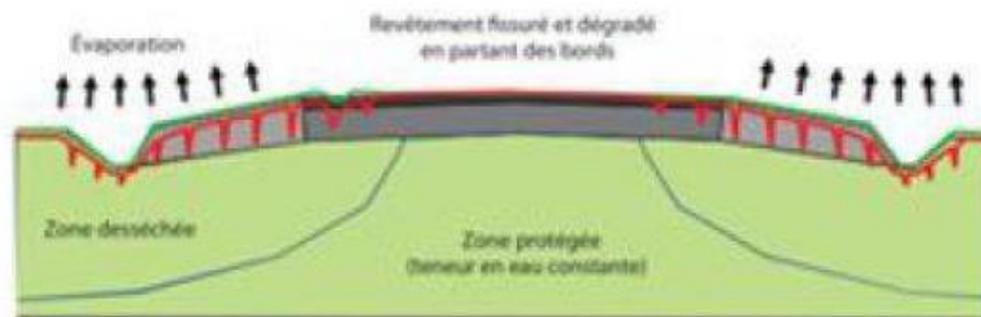
a. Profil théorique initial (argile à teneur en eau initiale, moyenne)



c. Période de pluies : gonflement, disparition des fissures, le sol ramollit, la circulation crée des ornières et des fissures dans la chaussée



b. Période de sécheresse : tassement et fissuration des zones asséchées. Le sol durcit.



d. Période de sécheresse : tassement et fissuration des zones asséchées. L'état de la chaussée empire.

OPÉRATION

Des épisodes récents de sécheresse en 2018 et 2019

**Impact sur les sols argileux sensibles au retrait-gonflement
(RGA : Retrait-Gonflement des sols Argileux)**

**Effet de dégradations de chaussée sur certaines infrastructures
routières du département de Côte d'Or.**

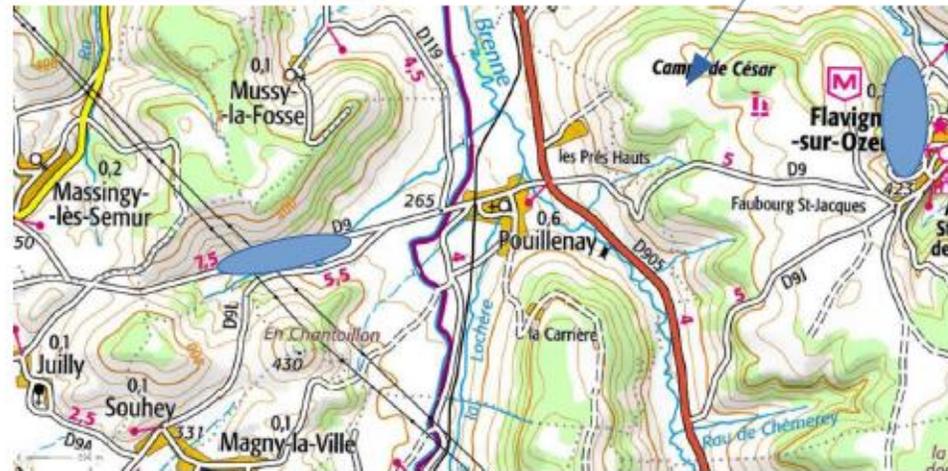
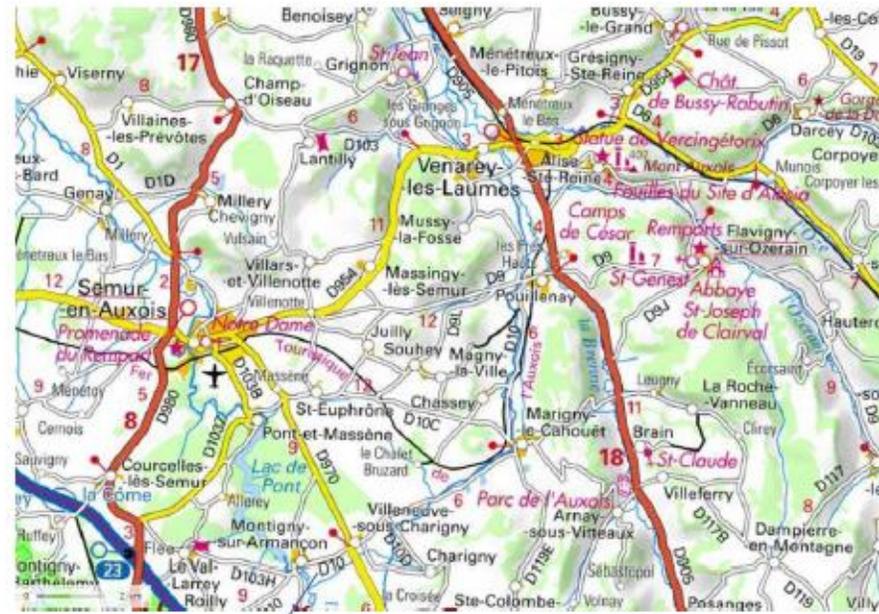
OPÉRATION

Passation d'un contrat R&D en juillet 2021

Identification préalable de deux sites expérimentaux :

- Un tronçon de la RD9 à Juilly-Pouillenay (site 1)
- Un tronçon de la RD9 à Flavigny-sur-Ozerain (site2)

OPÉRATION



Département de la Côte d'Or - RD9

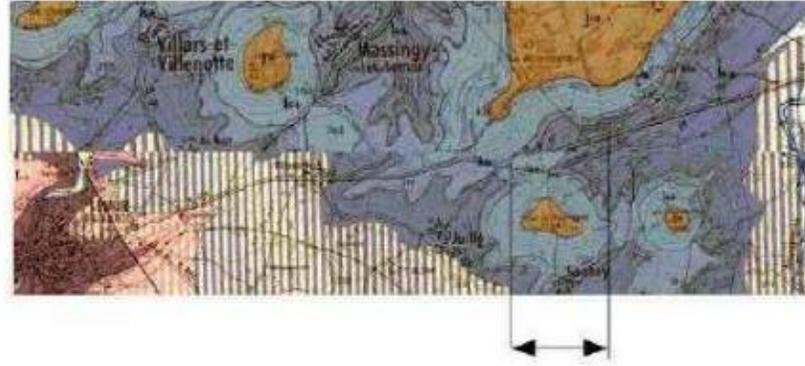
OPÉRATION

RD 9 - JUILLY-POUILLENAY :

Site 1 :

RD 9 PR 20 à PR 22
JUILLY et POUILLENAY

Schistes cartons

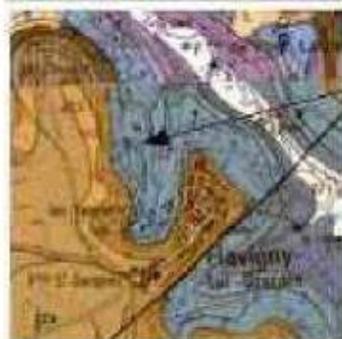


Fissures longitudinales
PR 20+200 JUILLY

Fissures longitudinales
PR 21+500 POUILLENAY

OPÉRATION

Site 2 :



FLAVIGNY-SUR-OZERAIN
RD 9 PR 31,900 Schistes carton toarciens

PR 31,750 à 32,100

En 2011 : couche roulement
récente enrobé D/6



Talus amont arboré ;
haie au pied du talus
aval.

En 2014, vu en juillet 2020 :
2 fissures longitudinales /
fossé amont et versant aval

Estimation RGA
niveau 2



OPÉRATION

Phase A ► Diagnostic des structures et des sols en place, sensibilité au RGA

Phase B ► Interprétation des résultats et rédaction d'un rapport définissant des solutions de travaux envisageables, dont une solution innovante

Phase C ► Mise en œuvre des solutions retenues de reprise sur les deux secteurs identifiés avec suivi de chantier

Phase D ► Suivi de l'évolution de la chaussée sur cinq ans

DIAGNOSTIC

Campagne de reconnaissance :

Sondages à la pelle mécanique :



DIAGNOSTIC

Classe de sensibilité	Ip	WI
Argile très sensible	>40	> 70
Argile sensible	20 – 40	45 – 70
Argile modérément sensible	10 – 20	35 – 45
Argile faiblement sensible	<10	<35

Tableau 1 : Classe de sensibilité des argiles au phénomène de RGA (issu du guide technique IFSTTAR de juillet 2017)

Résultats :

WI comprise entre 49,5 et 68

Ip compris entre 22,7 et 39

Wnat faible à moyenne

Conclusion : argiles sensibles au phénomène de retrait-gonflement

SOLUTIONS RETENUES

2 planches test pour chaque site adaptées aux contraintes géométriques :

Site 1 :

Planche test :

- étanchéification horizontale
- purge et mise en œuvre de géogridde (Polypropylène)

Site 2 :

Planche test :

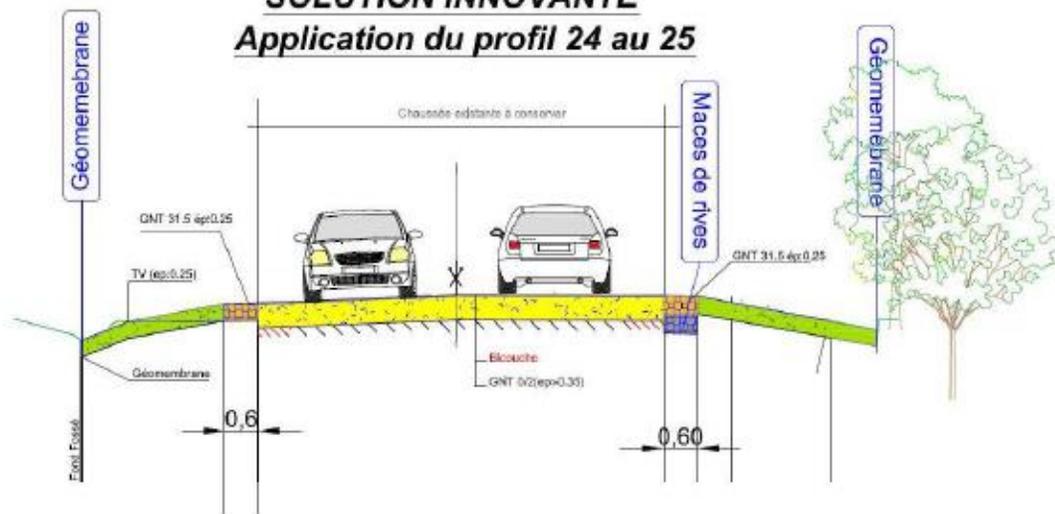
- étanchéification horizontale couplée à un encapsulage
- purge et mise en œuvre de géogridde (métallique)

SOLUTIONS RETENUES

SOLUTION INNOVANTE Application du profil 24 au 25

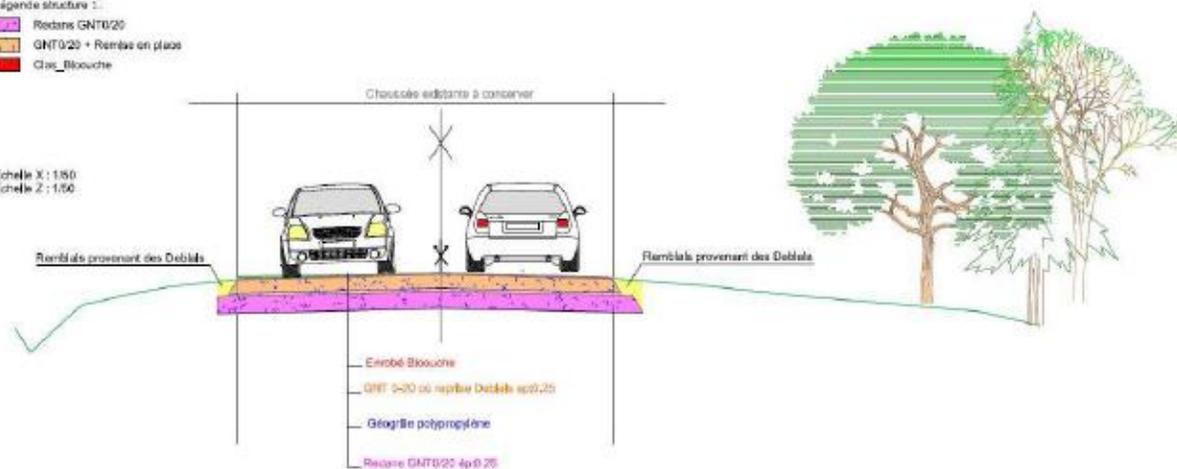
- Légende structure :
- GNT 0/2 (ep=0,35)
 - TV (ep.0,25)
 - Maces: F0,60x H=0,25
 - Clas_Blouche
 - GNT 31.5 (ep 0,25)

Echelle X : 1/50
Echelle Z : 1/80



- Légende structure :
- Reclans GNT0/25
 - GNT0/25 + Remblais en place
 - Clas_Blouche

Echelle X : 1/50
Echelle Z : 1/50



SOLUTIONS RETENUES

Suivi :

- Suivi topographique
- Suivi par imagerie Drone géoréférencée
- Mise en place sondes tensiométriques de type Watermark avec centrale d'acquisition



TRAVAUX RÉALISÉS EN NOVEMBRE 2022



GT Résilience des infras RGA (Cerema) - Expérimentation en cours

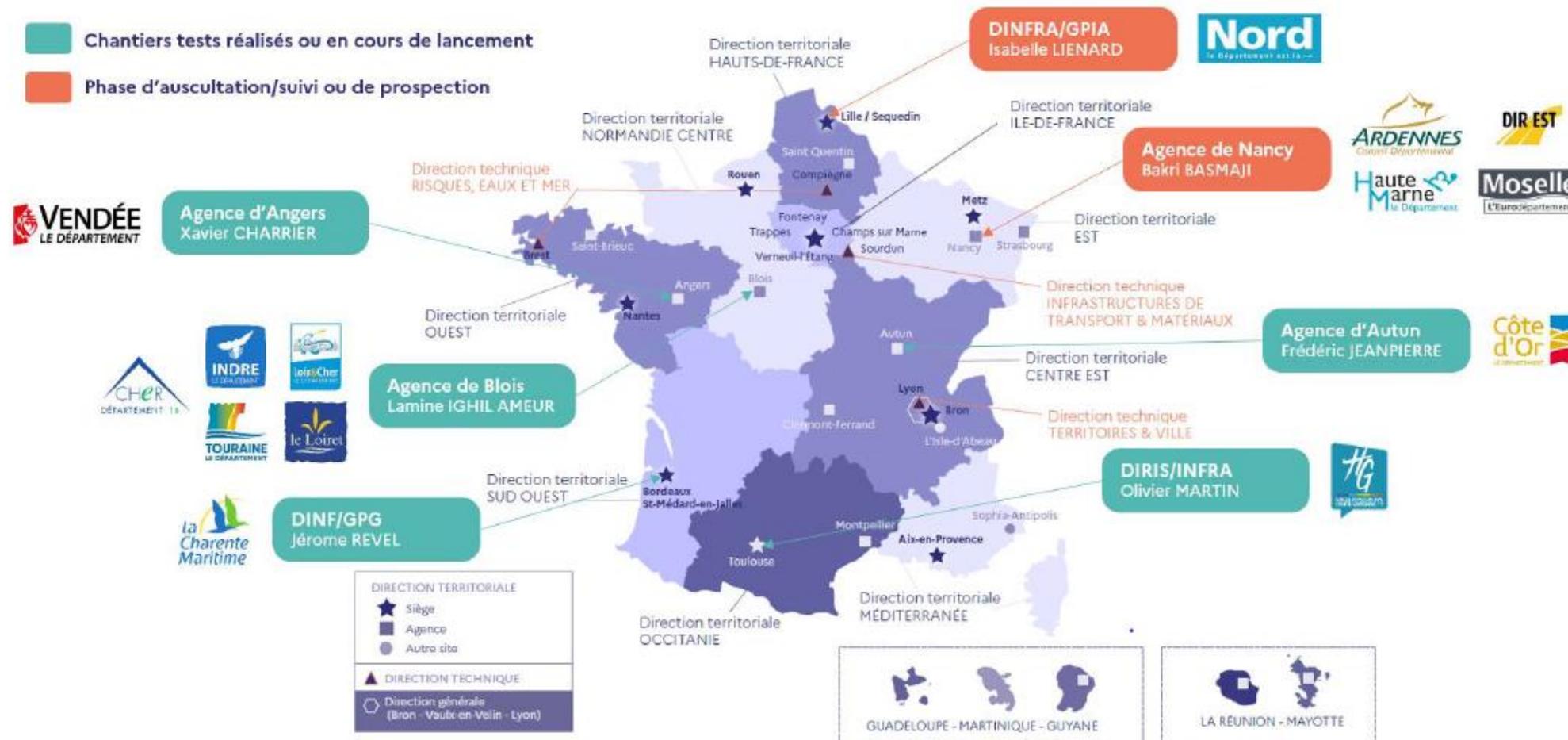


Recensement des chantiers tests Cerema



- Implantations des sites menant des travaux d'expérimentation au Cerema et contacts locaux (au 25/11/2022)

- Chantiers tests réalisés ou en cours de lancement
- Phase d'auscultation/suivi ou de prospection

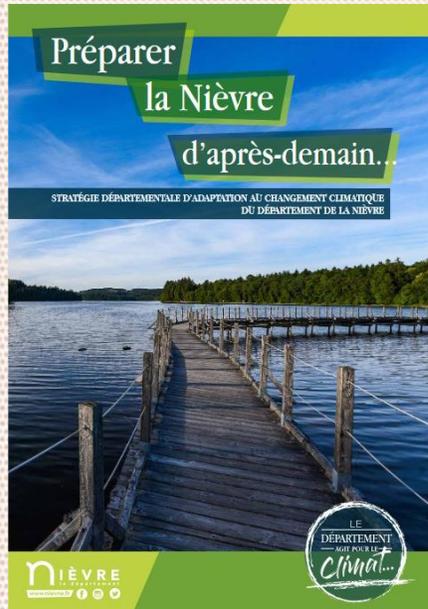




Merci de votre attention



Infrastructures routières : identifier les enjeux et faire face aux risques climatiques



Lauriane DEBORD, Département de la Nièvre



Vulnérabilités du réseau électrique et perspectives dans un contexte de changement climatique



Pascal LAUDE (ENEDIS)

Adaptation au Changement Climatique

Pascal LAUDE

ENEDIS

Dijon le 19 Janvier 2023



SOMMAIRE

01

Présentation d'Enedis

02

modernisation du réseau électrique et
les aléas climatiques

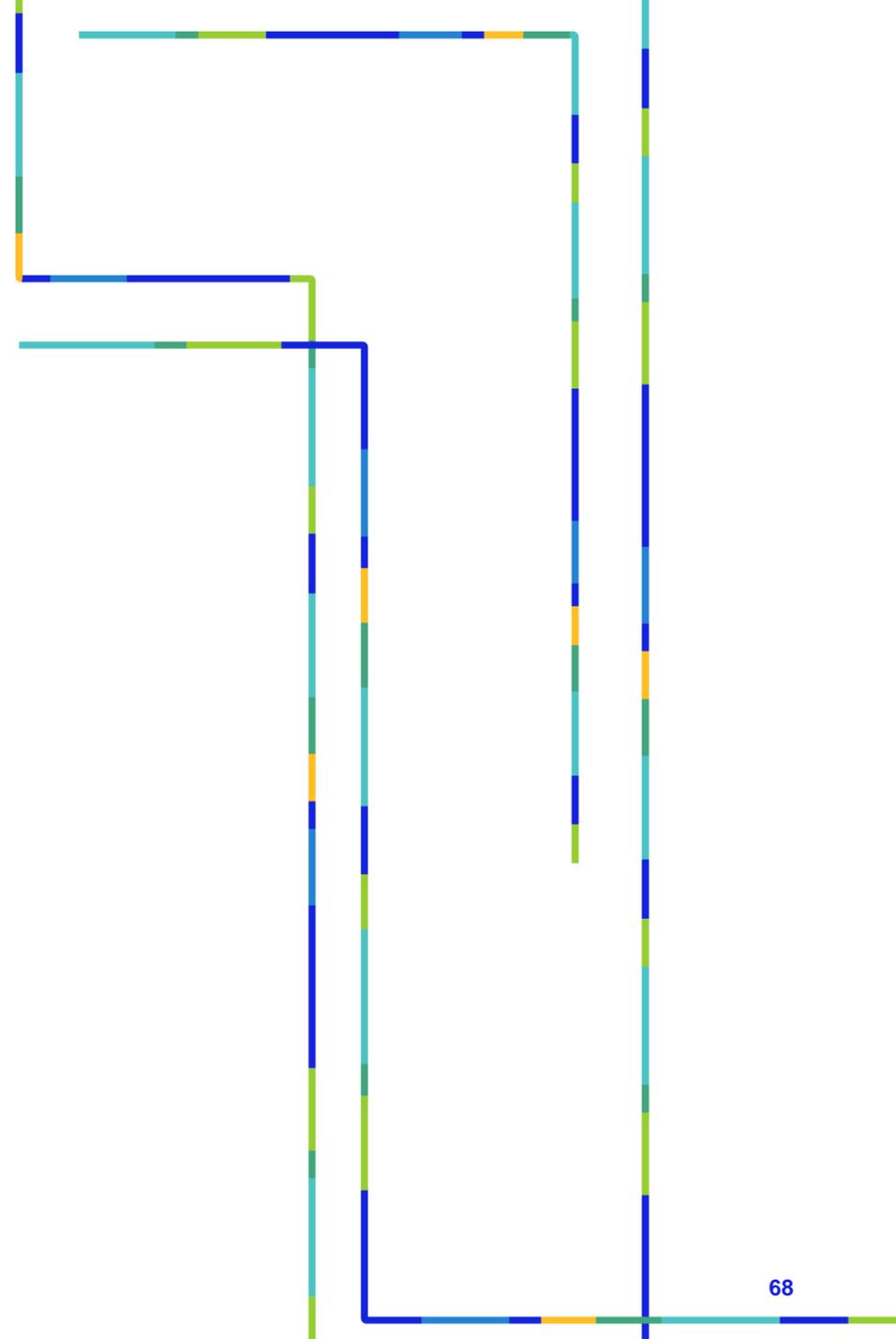
03

Le réseau public d'électricité au regard
des grands défis de la transition
énergétique

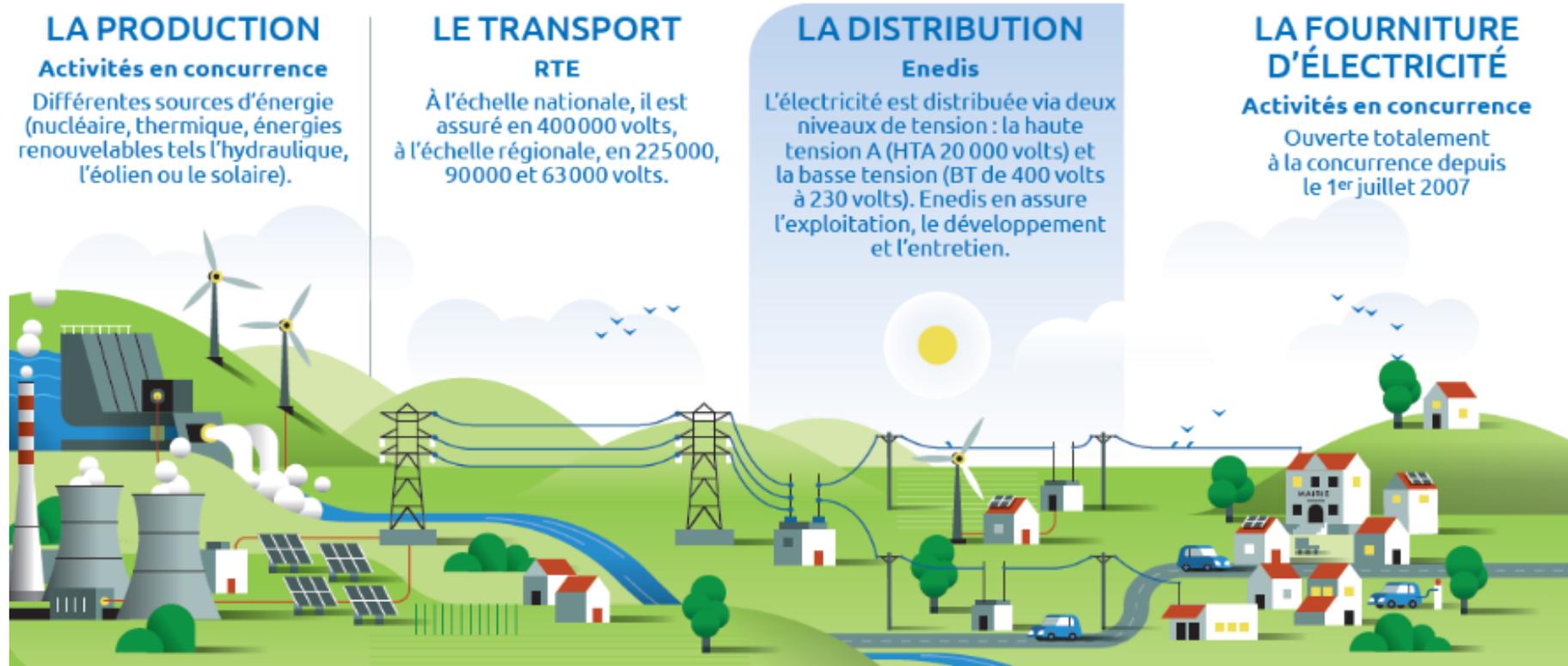
04

RSE

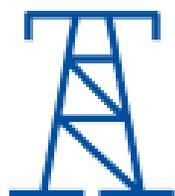
Bienvenue dans la nouvelle France Électrique



Enedis maillon indispensable du système électrique Français



- Améliorer **la résilience** du réseau électrique
- **Croissance** du réseau électrique
- **Gestion dynamique** du réseau électrique



1,4 million

de kilomètres de lignes électriques
(soit 35 fois le tour de la Terre)



99,99 %

de disponibilité
de l'électricité sur
l'ensemble de l'année

56 min
de temps moyen
de coupure par
habitant par an



15 000 km

de réseau de distribution neuf chaque
année (soit un nouveau tour de la Terre
tous les 3 ans en moyenne)



2 344

postes sources (19 nouveaux en 2021
dont 9 pour les EnR)



500

spécialistes observent l'état du réseau en temps réel 7j/7, 24h/24, et sont capables en quelques minutes d'apporter des solutions de dépannage à tout incident



61 Mds€

d'investissements prévus sur la période 2021-2035



4,4 Mds€

d'investissements par an (+ 10 % en 2021)

1 Md€

dédié à la résilience et à la modernisation du réseau

Focus sur la modernisation du réseau et les aléas climatiques



les Directions régionale Enedis Bourgogne et Alsace
Franche Comté



Enedis **BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ** en quelques chiffres



Taux de réalimentation en
moins de 3 min : **57%**



151 M€
investis sur le
réseau

82 748 km de lignes électriques

40 274 km de réseaux BT

42 474 km de réseaux HTA



49 695 km de réseau aérien

33 053 km de réseau souterrain

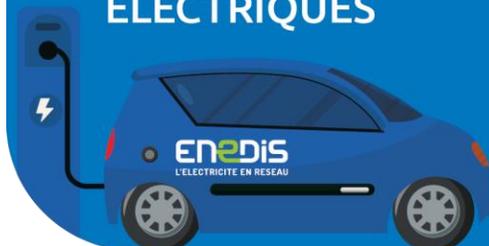


140 postes
sources



288 097
interventions

148 véhicules
ÉLECTRIQUES



Plus de **1,6 million**
COMPTEURS LINKY

1,7 million
DE CLIENTS



1 670
agents

82
apprentis



8,6 M€
consacré à
l'élagage

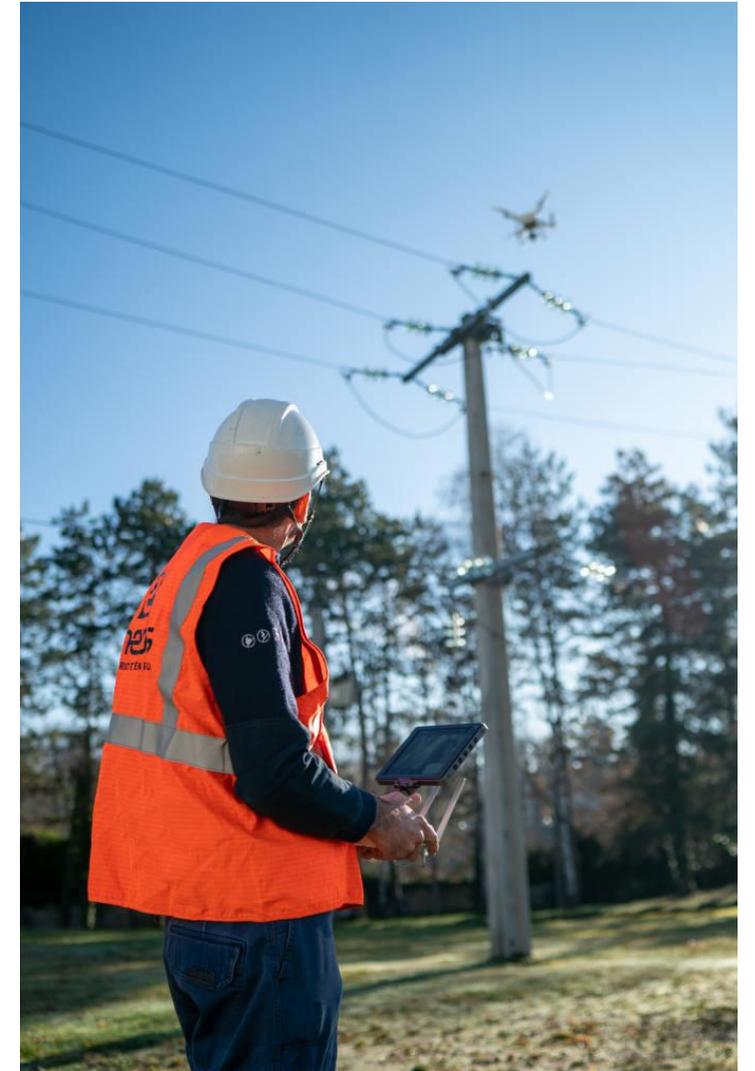
Modernisation du réseau

Améliorer la **résilience** du réseau électrique face aux **aléas climatiques** est pour nous un enjeu majeur:

Nous assurons **une qualité de distribution de l'électricité avec des infrastructures solides et performantes** capables de répondre à de nouveaux besoins

La modernisation du réseau se révèle **par la rénovation, l'enfouissement des lignes** ou encore **la passage en Numérique** des contrôles de commandes

- Le drone au service du réseau électrique il a supplanté l'hélicoptère , le drone est d'une utilisation plus souple, plus sécurisée et apporte une meilleure réactivité (il a permis de détecter des anomalies invisibles au sol)
- Pour faire face à des conditions climatiques exceptionnelles, nous sommes dotés d'outils de comportement prévisionnels du réseau couplés à des systèmes d'alertes météorologiques seuu de distribution électrique géré par Enedis.

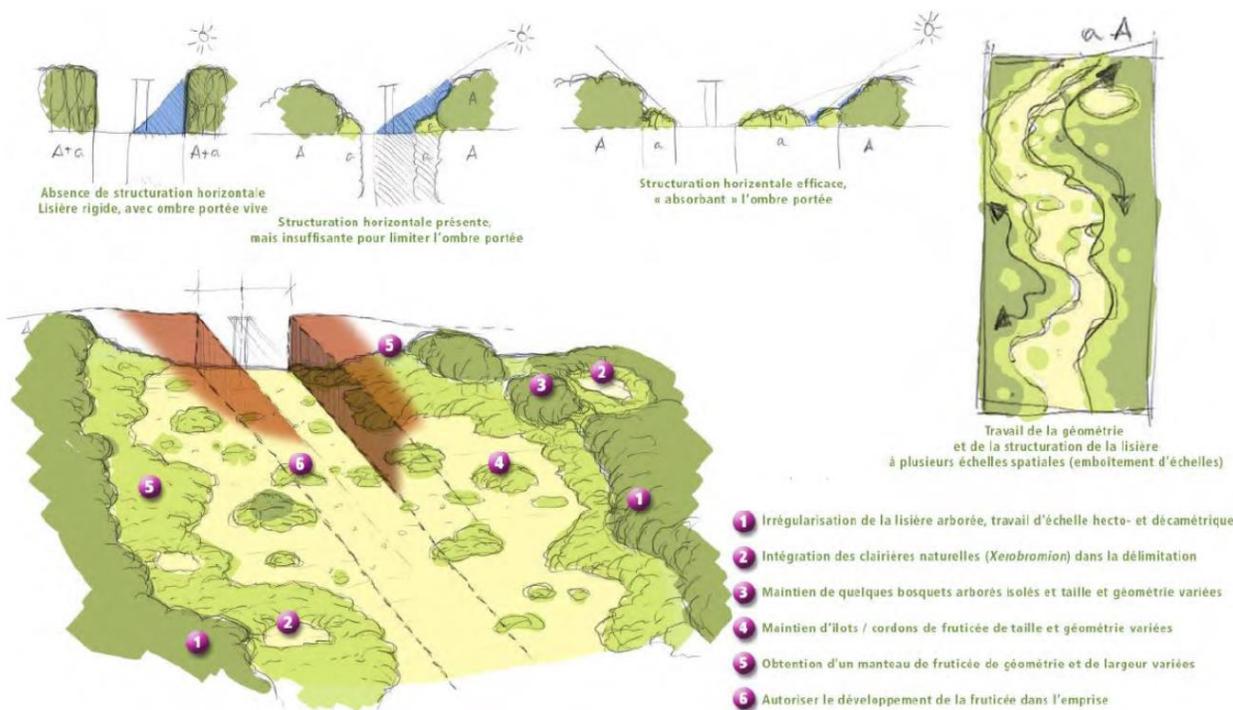


Les aléas climatiques

Expérimentation écologique : la végétalisation basse

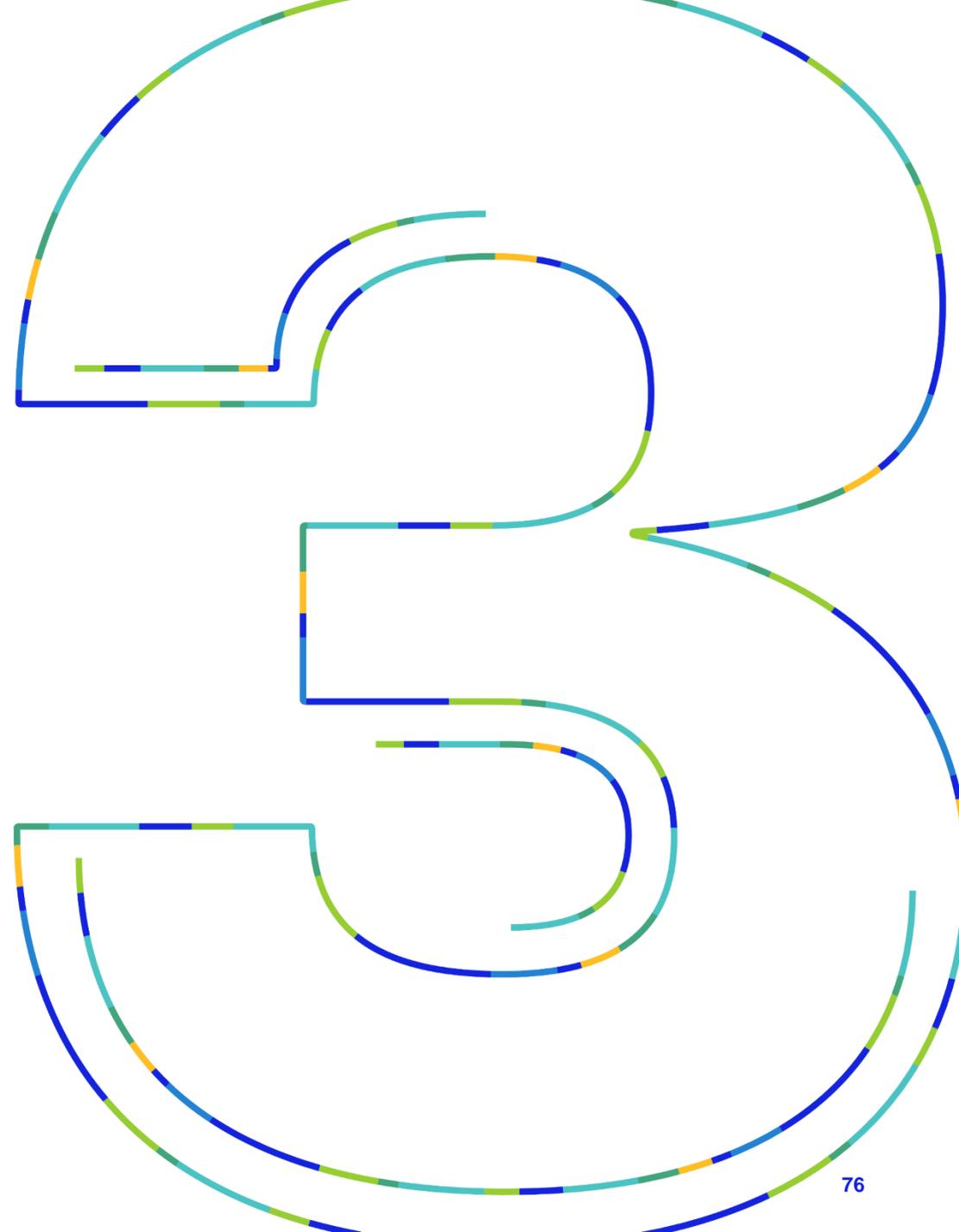
Lors des tempêtes, les lignes électriques peuvent être endommagées par des chutes d'arbres ou de branches ce qui nous contraint à élaguer régulièrement et broyer les végétaux.

Pour remédier à cela, nous nous avons choisi de planter, sous les lignes électriques, des arbustes et arbrisseaux qui ne dépassent pas 2,50 afin d'éviter le contact.

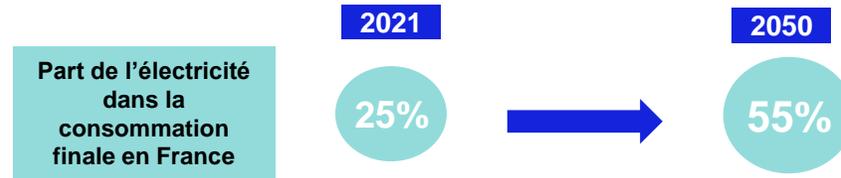


- La largeur des abords de l'emprise avoisinera les 30/60m
- L'objectif est d'instaurer un espace arbustif avec un entretien très limité (20 ans)

Le réseau public d'électricité au regard des grands défis de la transition énergétique



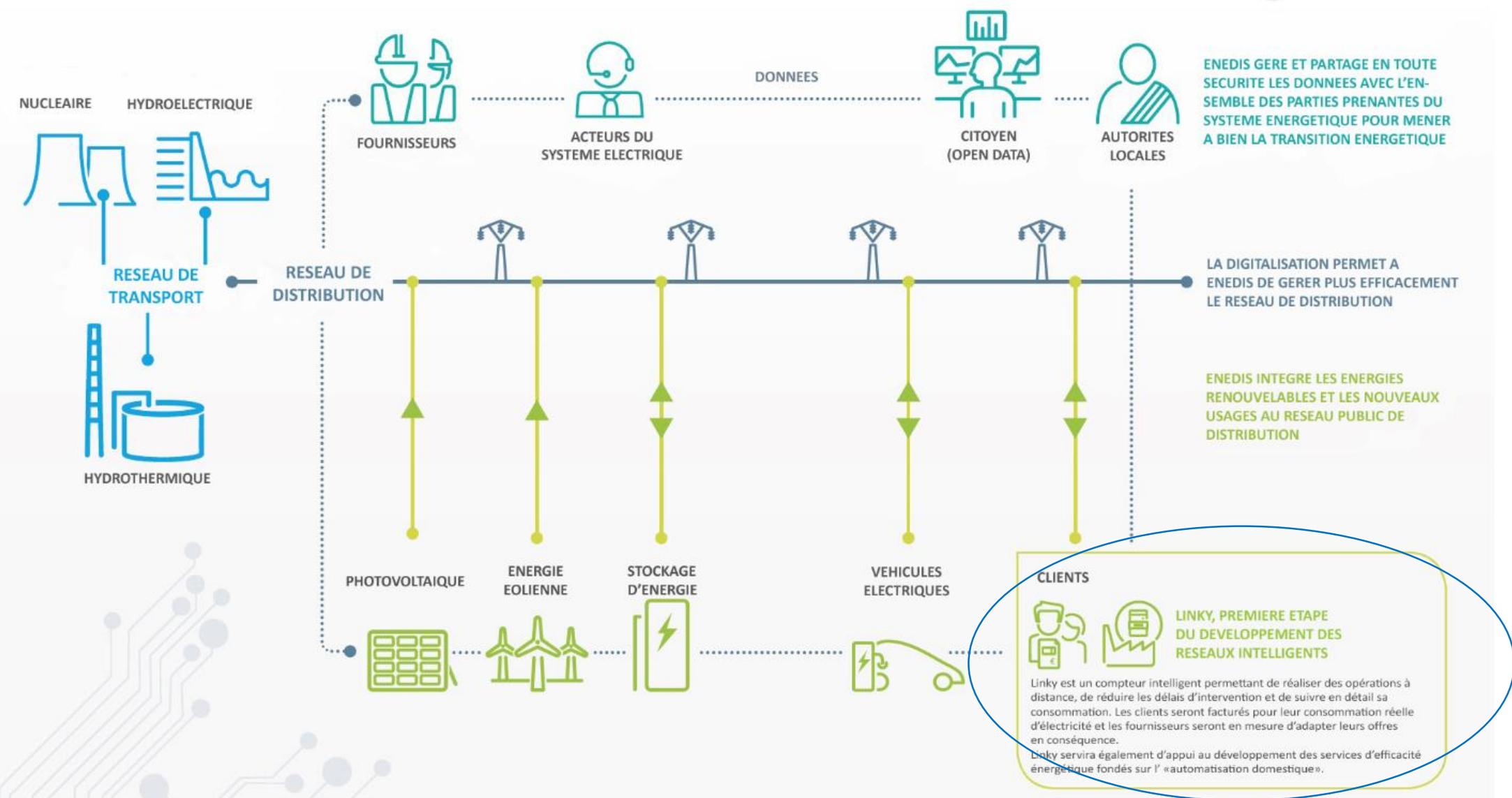
La transition écologique est une dynamique majeure pour l'économie et la société...



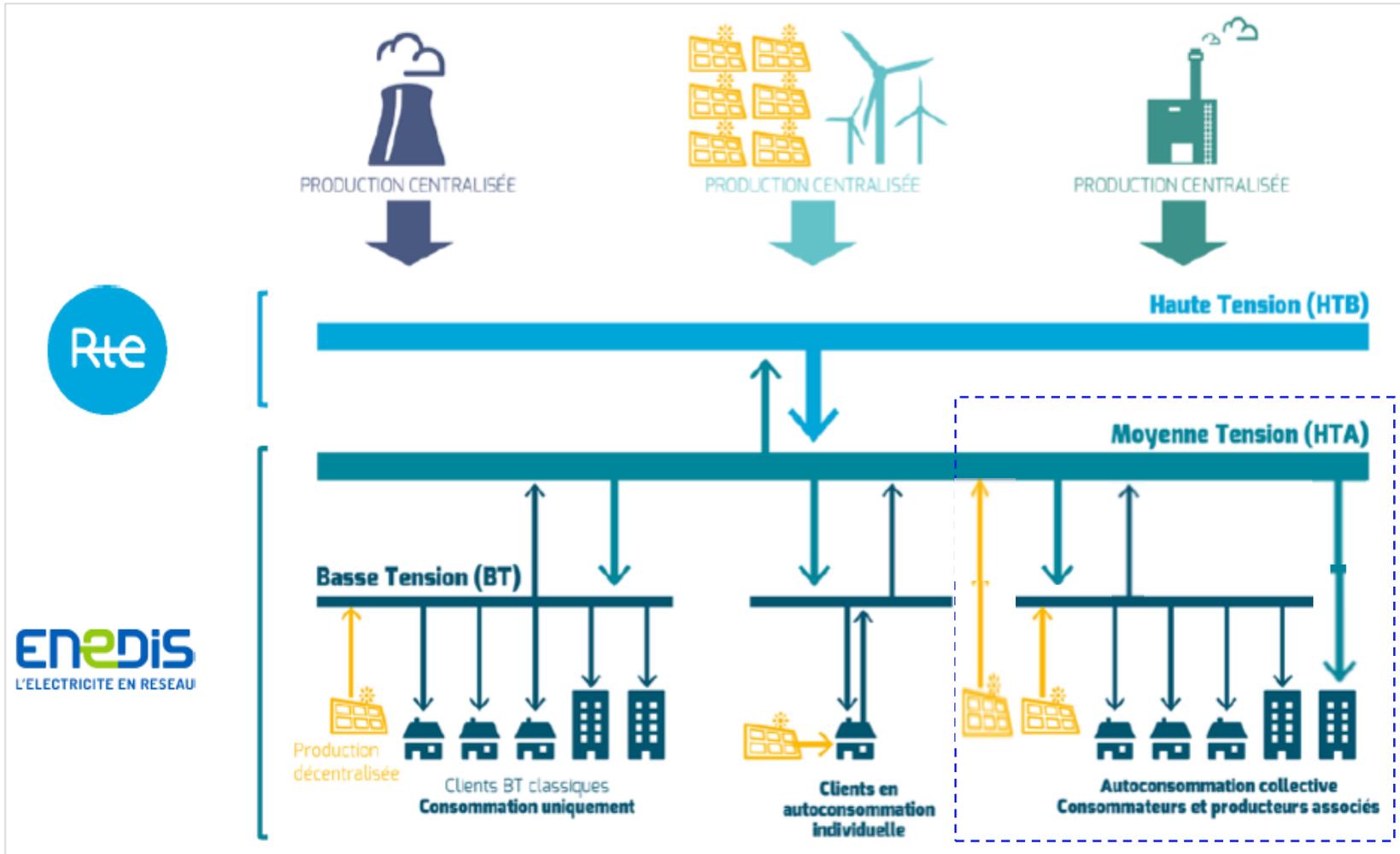
La transition écologique, ne serait-ce que pour son volet énergétique :

- Engendre un fort volume d'activité que ce soit pour la conception et **l'industrialisation de nouvelles technologies** (véhicules électriques, pompes à chaleur, bâtiments basse consommation, batteries, logiciels éco-conçus...), **le développement d'infrastructures** (ENR, stockage, bornes de recharge, transports en commun...) et les actions d'efficacité (rénovation...).
- Modifie les modèles d'activités historiques.
- Mobilise tous les niveaux politiques, depuis les instances gouvernementales jusqu'aux communes.
- S'intègre dans un agenda sociétal et économique plus global. L'urgence climatique est au cœur des débats, la crise actuelle des prix de l'énergie bouscule les habitudes .
- A une dimension européenne et mondiale. La géopolitique a un impact direct sur la situation et les initiatives nationales. Les planifications énergétiques se déploient dans les pays. L'Europe s'est activement emparée du sujet.

ENEDIS UN GESTIONNAIRE DE REFERENCE DU RESEAU DE DISTRIBUTION



PRINCIPES DE L'AUTOCONSOMMATION



L'autoconsommation (qu'elle soit individuelle ou collective) est un nouvel usage en pleine croissance, qui consiste à consommer tout ou partie de l'énergie que l'on produit.

PRINCIPALES VALEURS AJOUTEES DE L'AUTOCONSOMMATION

- +Economie sur facture d'énergie
- +Choix consommateur final
- +Transition énergétique territoire

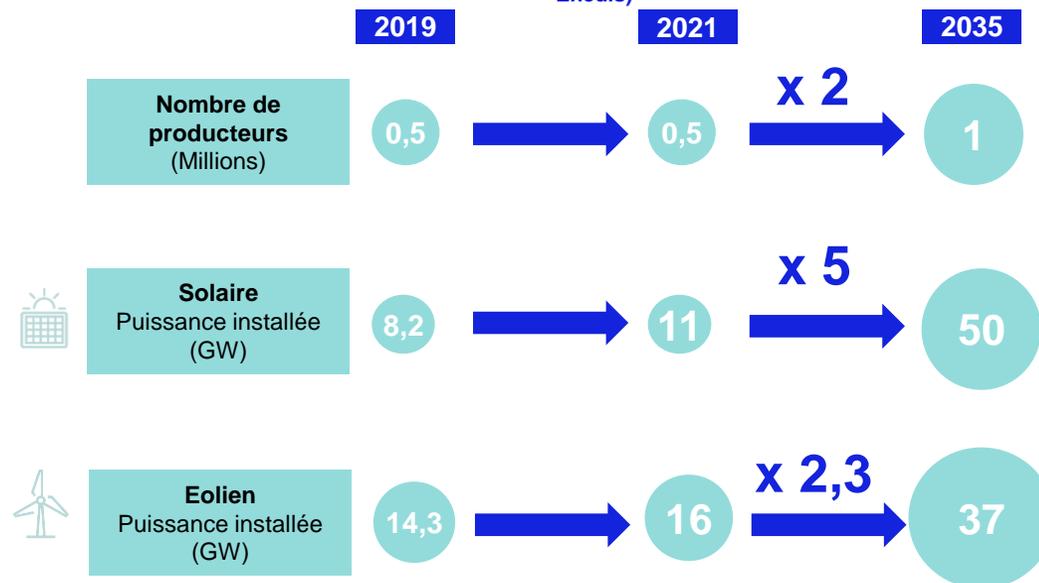
Multiplication par 3 de l'activité de raccordement des ENR : 87 000 installations raccordées en 2022 contre 30 000 en 2019

L'ambition de la France en matière de développement des ENR est forte avec une volonté d'accroître le rythme de déploiement du photovoltaïque et de l'éolien off shore.

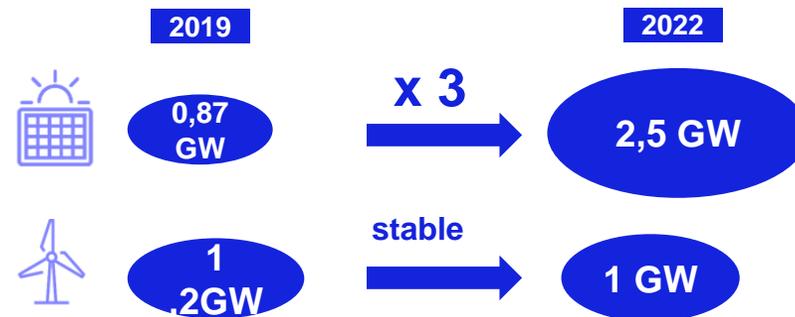
Pour mémoire :

- la PPE actuelle prévoit entre 35 et 44 GW de capacité de production photovoltaïque en France en 2028 et le discours du Président de la République à Belfort en prévoit 103 GW de PV installés sur le territoire national.
- 85 % des installations photovoltaïques et éoliennes terrestres sont raccordées au réseau de distribution électrique géré par Enedis.

Données au périmètre Enedis (source Le Mix Enedis et prospective Enedis)



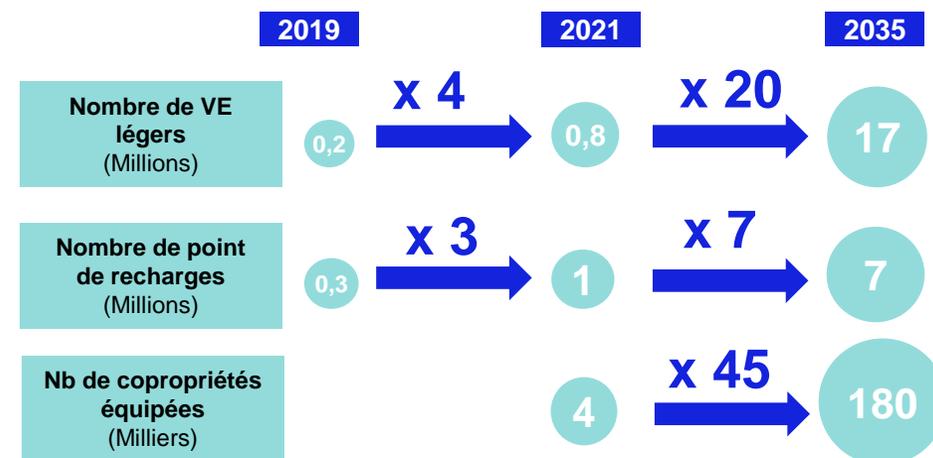
Enedis : Rythme annuel de raccordement



Enedis, tenir le rendez-vous de la mobilité électrique

Le développement du véhicule électrique est engagé (diverses législations, gammes constructeurs 100% électriques, annonces de Zones à Faibles Emissions) et le besoin en points de charge est de plus en plus fort.

Données au périmètre Enedis (source Le Mix Enedis et prospective Enedis)

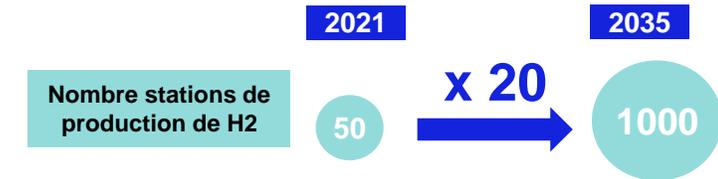


Enjeux pour Enedis :

- Aux alentours de 2030, Enedis pourrait avoir à raccorder plus de 25 000 installations de recharge de véhicules électriques y compris dans le collectif résidentiel et 400 000 branchements annuels,
- Contribuer à la planification des territoires (Schéma Directeur IRVE),
- Prendre part aux décisions et modalités qui concernent le pilotage et le comptage des bornes de recharge.

Hydrogène : La Stratégie Nationale Bas carbone prévoit une consommation d'hydrogène bas carbone d'environ 900kT en 2050, ce qui nécessitera la consommation d'environ 50 TWh d'électricité.

Données au périmètre Enedis (source Le Mix Enedis et prospective Enedis)



Le débat sur la localisation des électrolyseurs reste ouvert, notamment dans le cadre de la Stratégie Française Energique Climat. Etant donné le niveau d'émission carbone du mix de production électrique en France, **le réseau électrique est un atout pour la filière H₂**.

Il permet une production bas carbone 24h/24h pour les installations raccordées sur ce réseau. Actuellement, les projets sont surtout des grandes infrastructures raccordées en HTB.

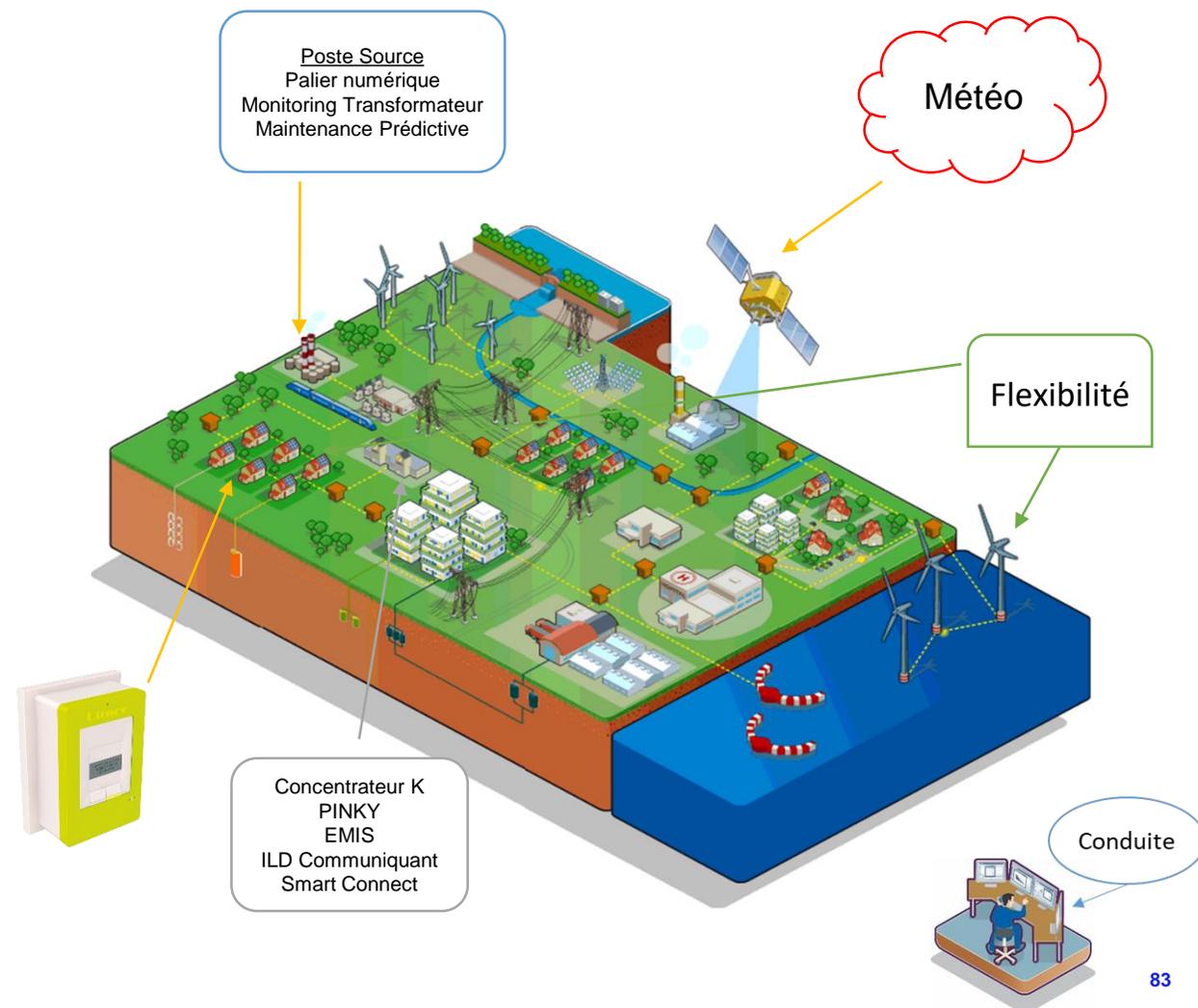
Biogaz : Impact très marginal sur l'activité. Se limite au raccordement de stations de production.

Intégration intersectorielle (multi-énergies) : Des projets alliant réseau de distribution électrique avec d'autres vecteurs énergétiques (chaleur...) pourraient avoir une valeur locale mais cela reste limité. Dans tous les cas, le réseau électrique reste indispensable.

Les installations raccordées sur le réseau créent de nouveaux défis et constituent autant de leviers de conduite et de gestion dynamique des réseaux

La diversité de la production, les nouveaux usages et les attentes sociétales des clients, en particulier l'autoconsommation et les communautés énergétiques, le V2G ont et auront des effets variés et parfois combinés sur le réseau public de distribution et sur le service apporté par Enedis.

Par les travaux réseaux qu'ils engendrent, les ENR et nouveaux usages et mode de consommation stimulent l'élargissement du champ de l'optimisation assurée par Enedis en matière d'offre de raccordement, de choix d'investissements et de gestion dynamique des réseaux.



RSE

—
Enedis met ses engagements RSE au cœur de son projet d'entreprise

Le 21ème siècle sera celui de la transition écologique

Nous voulons devenir le service public de la transition écologique des territoires

Pour cela nous serons

- Un **service public du 21ème siècle**. Nous garantissons déjà, 24h/24, à tous les Français, sur tous les territoires, une alimentation électrique de qualité grâce à un réseau solide et performant. Et ce dans les meilleures conditions de santé, de sécurité, de qualité et d'efficacité économique. La transformation digitale que nous avons initiée est décisive. Elle nous emmène vers plus de flexibilité et des services innovants pour accompagner les nouveaux usages.
- Une **entreprise qui mène une révolution de la confiance**. L'avenir nous appartient à la seule condition que nos clients continuent de nous accorder leur confiance. Ce qui suppose notre mobilisation à tous et plus de responsabilisation des équipes pour nous rendre plus performants.
- Un **partenaire clé à l'écoute de tous les territoires**, en proposant des solutions adaptées aux attentes et aux enjeux de chacun, au service d'une accélération de la transition écologique.



Pour réussir, nous allons travailler sur deux axes :

1 Renforcer nos savoir-faire
au service de la transition
écologique

2 Simplifier notre quotidien
pour simplifier la vie de nos
clients



Viser **zéro accident grave ou mortel** pour nos équipes et nos prestataires



Diviser par deux le **déla**i de **raccordement des clients** d'ici à 2022



Réduire notre **empreinte carbone de 20% en 2025** et atteindre la neutralité carbone en 2050



Rétablir **90% des clients en 48h** en cas d'incident climatique majeur sur le réseau



Avoir l'un des **meilleurs rapport qualité-prix** en Europe



Atteindre **70% d'indice d'engagement** de nos salariés en 2024 (58% en 2019)



Permettre à **100% des clients de suivre leur consommation** grâce au compteur communicant, et de bénéficier d'une offre innovante de leur fournisseur



Créer **20 activités nouvelles** (communautés énergétiques, solutions de mobilité électrique, services de données, etc.) dans le cadre des projets et/ou des partenariats

Enedis met ses engagements RSE au cœur de son projet d'entreprise

Acteur majeur du système électrique français, Enedis est convaincue qu'il n'y aura **pas de performance industrielle et économique sans exemplarité sociale et environnementale**.

A ce titre, les **huit engagements** pris en déclinaison du projet d'entreprise constituent une réponse conforme aux attentes des parties prenantes et de nature à contribuer positivement aux **Objectifs de Développement Durable de l'ONU** dans nos activités cœur.



Notre politique : 3 ambitions RSE structurantes autour d'un service public à impact positif

La politique de Responsabilité Sociétale d'Entreprise est recentrée sur trois piliers qui font lien avec les Objectifs de Développement Durable de l'ONU, nos activités cœur et notre politique de partenariats.

Elle engage Enedis à incarner un service public à impact positif sous 3 dimensions.

Un service public à impact positif pour la planète



- Contribuer à l'atteinte de la neutralité carbone en 2050
- Développer notamment la sobriété énergétique et numérique
- Adapter nos ouvrages et activités au changement climatique
- Agir pour la biodiversité
- Réduire nos déchets et développer l'économie circulaire

Un service public à impact positif pour les femmes et les hommes



- Promouvoir la santé, la sécurité et la qualité de vie au travail
- Généraliser l'engagement sociétal des salariés
- Exiger éthique et intégrité
- Lutter contre les fractures sociales
- Développer la mixité, la diversité et l'inclusion

Un service public à impact positif pour les territoires



- Contribuer activement aux politiques de développement durable des Collectivités Locales
- Encourager le dialogue et la concertation
- Soutenir l'économie locale pour maintenir la solidarité et la cohésion des territoires à énergie positive
- Associer la data à la maîtrise de l'énergie et de ses nouvelles applications
- Impliquer l'ensemble des acteurs du système électrique dans une démarche responsable

**Merci de votre
attention**

ENEDIS





Quelles suites ?



A venir en 2023



Dynamique régionale sur l'Adaptation au CC

Une dynamique partenariale qui s'est renforcée en 2022 autour de l'Adaptation au changement climatique:



Journée régionale autour de l'adaptation au changement climatique

Jeudi 7 juillet 2022

9h30 - 17h
au Conseil régional à Dijon



- + Un programme d'accompagnement des collectivités sur l'adaptation
- + Production de vidéos « A l'action » et de fiches REX
- + Une page spéciale BFC sur le centre de ressource National Adaptation au CC



A venir en 2023

- Poursuite du cycle de webinaires et visites de sites :
> 2 autres webinaires thématiques + 2 visites de sites en 2023
- Poursuite du programme d'accompagnement des collectivités sur l'adaptation
- Des travaux sur le financement de l'adaptation en région BFC
- Productions de fiches REX
- Une publication Repères sur l'Adaptation
- Une page spéciale BFC sur le centre de ressource National Adaptation au CC



Retrouvez les replays des webinaires et les différentes ressources sur le site d'Alterre !
www.alterrebourgognefranchecomte.org (Rubrique « Adaptation au changement climatique»)



N'oubliez pas de répondre au questionnaire d'évaluation!



Vos retours nous sont précieux!

Pour toutes questions :



Patricia DUBOIS
Chargée de mission Territoires et
Adaptation au changement
climatique
**ADEME Bourgogne-Franche-
Comté**
patricia.dubois@ademe.fr



Laurent GRITTI
Directeur délégué auprès du
DGA Mobilités, Territoires et
Transition Énergétique
**Région Bourgogne-Franche-
Comté**
Laurent.gritti@bourgognefranche-comte.fr



Camille BUYCK
Chargée de mission
Adaptation au changement
climatique
**Alterre Bourgogne-Franche-
Comté**
c.buyck@alterrebfc.org