



Commission économique pour l'Europe**Comité des transports intérieurs****Groupe de travail chargé d'examiner les tendances
et l'économie des transports****Groupe d'experts chargé d'étudier les effets des changements
climatiques sur les réseaux et nœuds de transport
internationaux et l'adaptation à ces changements****Dix-septième session**

Genève, 24 et 25 avril 2019

Point 2 de l'ordre du jour provisoire

Changements climatiques et réseaux et nœuds de transport internationaux :
Présentation d'initiatives menées sur les plans national et international.**Adaptation des infrastructures, systèmes et services de
transport français au changement climatique*****Communication du Gouvernement français****I. Introduction**

1. Ce document présente une approche développée et testée en France pour évaluer les risques du changement climatique sur les infrastructures, les systèmes et les services de transport. A sa seizième session, le Groupe d'experts a demandé que ce document soit déposé comme un document officiel à la dix-septième session.

**II. Le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique –
Mesures concernant les transports**

2. Conformément à l'article 42 de la loi 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle Environnement, la France a publié en 2011 son premier Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) pour une période

* Le présent document est reproduit tel quel le texte qui a été transmis au secrétariat.



de cinq ans. Ce plan intersectoriel et interministériel porte sur 20 domaines différents dont les infrastructures et services de transport. Quatre actions d'adaptation ont été identifiées afin d'analyser l'impact du changement climatique, de prévenir les vulnérabilités des systèmes de transport et d'améliorer la résilience des infrastructures pour assurer la continuité et la sécurité des services de transport des personnes et des biens :

- Action n°1 : Passer en revue et adapter les référentiels techniques pour la construction, l'entretien et l'exploitation des réseaux de transport (infrastructures et matériels) en métropole et Outre-mer ;
- Action n°2 : Étudier l'impact du changement climatique sur la demande de transport et les conséquences sur la réorientation de l'offre de transport ;
- Action n°3 : Définir une méthodologie harmonisée pour réaliser les diagnostics de vulnérabilité des infrastructures et des systèmes de transport terrestre, maritime et aéroportuaire ;
- Action n°4 : Établir un état de la vulnérabilité des réseaux de transport terrestre, maritime et aéroportuaire en métropole et Outre-mer ; préparer des stratégies de réponse adaptées et progressives aux problématiques du changement climatique, globales et territoriales.

3. En décembre 2018, la France a publié son second PNACC¹ pour une nouvelle période de cinq ans dans le but de protéger les populations contre les événements climatiques extrêmes et de construire des secteurs économiques résilients (agriculture, industrie, tourisme, transport, etc.). Ce plan, contrairement au premier, n'aborde plus le sujet de manière sectorielle mais thématique et les actions concernant les transports se poursuivent :

- Poursuivre l'adaptation des normes et référentiels techniques pour l'exploitation, la maintenance et la construction des infrastructures et des matériels de transport ;
- Poursuivre les travaux d'analyse de risque et améliorer la méthode grâce aux retours d'expérience ; inciter les gestionnaires d'infrastructures et de réseaux à réaliser des études de vulnérabilité en autonomie ;
- Animer un réseau de correspondants et d'experts ;
- Réaliser une étude prospective sur la modification des grandes routes du commerce mondial ;
- Analyser les conséquences d'une limitation volontaire des transports et déplacements en période de crise.

4. Ainsi, dans le cadre de l'action 4 du premier PNACC, des analyses de risques ont été réalisées sur différents systèmes de transports, dont le réseau de la Direction Interdépartementale des Routes de Méditerranée présenté dans l'étude de cas ci-après.

¹ www.ecologique-solidaire.gouv.fr/adaptation-france-au-changement-climatique

III. Étude de cas : application de la méthodologie d'analyse de risques au réseau de la Direction Interdépartementale des Routes de Méditerranée (DIR Med)

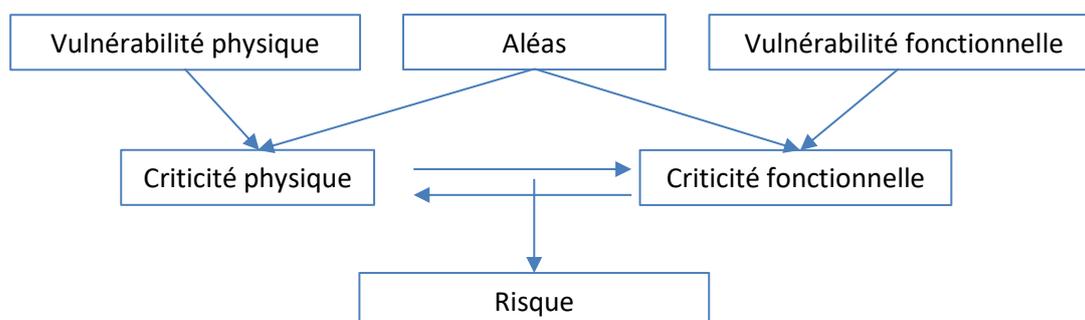
A. Objectifs de l'étude

5. En 2017/2018 et sous la supervision du Cerema², Carbone 4³ a réalisé une analyse de risques d'un réseau routier du Sud-est de la France en utilisant la méthodologie développée par le Cerema « Analyse des risques liés aux événements climatiques extrêmes sur les infrastructures, systèmes et services de transport – recueil de concepts ». Le gestionnaire du réseau « DIR Méditerranée », trois entités du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire et des experts en infrastructures de transport ont aussi pris part au groupe de travail. Le but de l'étude était d'établir un état de la vulnérabilité du réseau face au changement climatique et de tester la méthodologie.

B. Périmètre de l'étude et description de la méthode

6. Le réseau routier de l'étude s'étend sur 750 km et comporte environ 1000 ouvrages d'art. Certaines portions de route font partie du réseau routier européen (A7/E714, A51/E712). L'aire d'étude comporte une grande diversité de reliefs (zones montagneuses, plaines littorales, massifs forestiers, calanques, étangs, etc.) et climats (méditerranéen, semi-méditerranéen, semi-continentale et de haute-montagne).

7. La méthode consiste à attribuer une note aux événements climatiques extrêmes, aux vulnérabilités physiques et aux vulnérabilités fonctionnelles pour obtenir le niveau de risque en les combinant. Les indicateurs de criticités physique et fonctionnelle sont intéressants à regarder séparément et peuvent être croisés ultérieurement en étant vigilant à ne pas faire un double compte des aléas.



² Le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) est un établissement public tourné vers l'appui aux politiques publiques, placé sous la double tutelle du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère de la cohésion des territoires.

³ Carbone 4 est un cabinet de conseil spécialisé sur la transition énergétique et l'adaptation au changement climatique.

C. Notation des événements climatiques extrêmes

8. Le territoire étudié est très hétérogène en termes d'exposition aux aléas climatiques : des risques de submersions marines et d'incendies sur le pourtour méditerranéen, des inondations en Camargue, un nombre important de jours de gel dans les Hautes-Alpes et des vagues de chaleur en Isère.

9. À chaque événement climatique extrême retenu est associé une ou plusieurs variables climatiques qui le caractérise par son intensité, fréquence, durée ou occurrence spatiale. Par exemple :

<i>Événement climatique extrême</i>	<i>Variable associée</i>	<i>Caractérisation</i>
Extrême chaud	90 ^{ème} centile des Txi (Tmax du jour i)	Intensité
Nombre de jours de gel	Nombre de jours où Tmin ≤ 0°C	Fréquence
Inondations	Nombre de jours où cumul des précipitations ≥ 20 mm)	Intensité + durée
	Localisation des zones inondables (indices de niveau 0-1)	Occurrence spatiale

10. Les données climatiques sont extraites de DRIAS⁴ et le modèle utilisé est CNRM 2014 (ALADIN) dont la résolution spatiale est de 8 km. Les évolutions de chaque variable climatique ont été notées de 1 à 4 pour rendre compte de l'exposition du réseau pour chaque scénario et horizon de temps :

- Horizons de temps : 1961–1990 (période de référence), 2021–2050 et 2071–2100 ;
- Scénarios climatiques : RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5.

D. Notation de la vulnérabilité physique des infrastructures

11. L'analyse de la vulnérabilité physique des infrastructures comporte quatre étapes :

(a) Classification du réseau routier par catégories d'infrastructures (route, pont, tunnel, mur de soutènement, etc.) et leurs composants (revêtement, panneaux de signalisation, etc.) ;

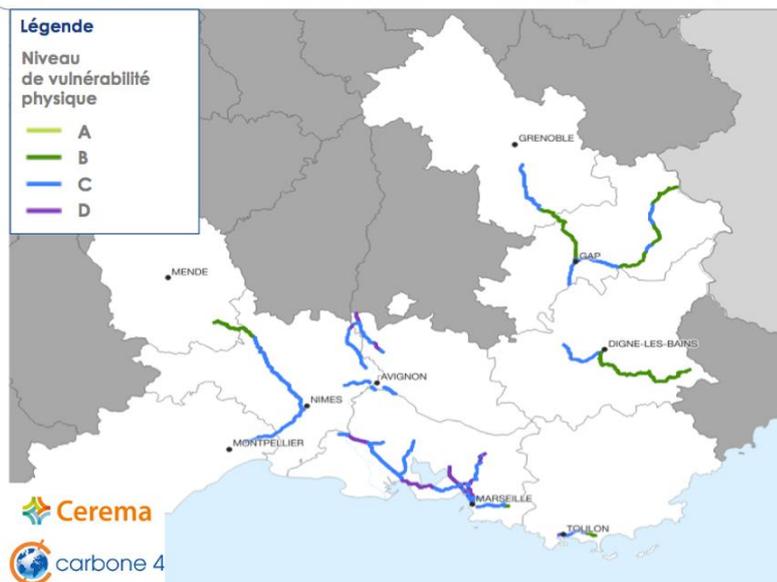
(b) Identification des impacts physiques des événements climatiques extrêmes sur les systèmes. Par exemple, les glissements de terrain peuvent causer la destruction partielle ou totale de la route et des ouvrages d'art, les cycles de gel et dégel favorisent l'apparition de nids-de-poule sur les routes et la corrosion des armatures métalliques des ouvrages d'art ;

(c) Identification des facteurs aggravants en fonction du type de matériau (béton, acier, etc.) et de la condition de l'infrastructure (étanchéité du revêtement, zone de trafic élevé, etc.) ;

(d) Attribution d'une note correspondant au type d'intervention nécessaire pour l'opérateur en réaction aux dégâts physiques potentiels des événements climatiques extrêmes.

⁴ www.drias-climat.fr/

Exemple de notation du niveau de vulnérabilité d'un type de composant routier de la DIR Med face aux vagues de chaleur dans un horizon lointain (2071-2100) pour le scénario climatique pessimiste RCP8.5 - les niveaux réellement obtenus ont été modifiés Source des données : Cerema, DirMed et Carbone 4 // Notation : Carbone 4



E. Notation du risque fonctionnel de la route

12. Le risque fonctionnel de la route s'évalue en deux étapes :

(a) Identification de l'impact fonctionnel (coupure ou ralentissement du trafic) et de l'enjeu économique sur chaque tronçon en fonction des données de trafic afin d'obtenir leurs notes de vulnérabilité fonctionnelle ;

(b) Combinaison des notes de vulnérabilité avec celles des aléas climatiques.

F. Conclusions et perspectives

13. L'application de la méthode au réseau de la DIR Méditerranée a permis de faire un état de la vulnérabilité du réseau face aux aléas climatiques et d'émettre des recommandations pour faire évoluer la méthode et la rendre accessible à l'ensemble des gestionnaires qui souhaiteraient réaliser une analyse de risque sur leurs réseaux. Certains points méthodologiques restent à creuser dans des études ultérieures, en particulier le choix et la priorisation des solutions d'adaptations ainsi que l'analyse des enjeux économiques pour des tronçons de réseaux. Ces enjeux ont été abordés avec des indicateurs de trafic, mais ne permettent pas de prendre en compte la présence de sites et acteurs économiques stratégiques, les capacités d'absorption ou de report de trafic en cas d'événement climatique perturbateur.