



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**Élaboration d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques : étude du cas de l'autoroute InnovA58 aux Pays-Bas*****Communication du Gouvernement des Pays-Bas****I. Introduction**

1. On trouvera dans le présent document une étude de cas relative à l'élaboration d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques pour l'autoroute InnovA58 aux Pays-Bas. À sa seizième session, le Groupe d'experts a demandé que cette étude de cas soit présentée comme document officiel à sa dix-septième session.

II. Brève présentation du cadre national dans lequel s'inscrivent les évaluations de l'incidence des changements climatiques sur les infrastructures

2. Les effets des changements climatiques sur les routes se manifestent principalement par des phénomènes météorologiques extrêmes liés aux températures et aux précipitations, tels que fortes chaleurs, sécheresse et pluies diluviennes. L'évolution des conditions hydrogéologiques, notamment l'élévation du niveau de la mer et du niveau des nappes phréatiques, peut également avoir des répercussions sur les infrastructures routières. Aux Pays-Bas, les efforts d'adaptation aux changements climatiques sont principalement

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



axés sur la lutte contre les effets de la sécheresse extrême, de la chaleur, des précipitations et des inondations, qui sont considérées, dans le cadre du Plan Delta, comme les « quatre menaces » auxquelles une attention particulière doit être portée. L'impact de ces menaces dépend du contexte, d'où la nécessité d'envisager l'adaptation aux changements climatiques à l'échelon local. Dans le cas des infrastructures, il convient de garder à l'esprit que la plupart des réseaux routiers traversent plusieurs frontières et sont gérés par de multiples autorités, à différents niveaux de l'administration publique. Une démarche régionale est donc le gage d'un développement plus efficace et plus durable des infrastructures. Les approches par zone sont propices à des rapprochements novateurs et judicieux entre le secteur des infrastructures routières et d'autres secteurs impliqués dans l'aménagement de l'espace, comme ceux des loisirs, de l'eau, de la nature, du logement et de l'agriculture, en permettant notamment de prendre, dans une zone donnée, des mesures d'adaptation qui ne sont pas directement liées à la route.

3. En bref, les infrastructures routières doivent être résilientes et souples, et pouvoir être adaptées et transformées pour résister aux effets nouveaux et encore méconnus que les changements climatiques auront à l'avenir. Il est donc crucial d'adopter une approche par zone, dans la mesure où les changements climatiques peuvent avoir des répercussions indirectes sur les routes en altérant le milieu environnant, et inversement. En outre, cette approche offre la possibilité de combiner intelligemment plusieurs mesures pour renforcer l'adaptation des infrastructures routières aux changements climatiques tout en remédiant à d'autres problèmes qui se posent dans leur environnement immédiat.

III. Déroulement des évaluations

4. Le projet InnovA58 porte sur une section de l'autoroute A58, qui s'étend sur les provinces de la Zélande et du Brabant-Septentrional, aux Pays-Bas. Il sert de modèle et de point de départ à l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques pour l'ensemble du réseau autoroutier néerlandais. Il consiste à élargir l'autoroute A58 par l'ajout de voies de circulation sur une distance de 50 kilomètres, tout en réalisant de lourds travaux d'entretien et de rénovation. En outre, il s'inscrit dans le cadre d'un programme régional plus large d'intégration des enjeux relatifs à l'urbanisation, à la nature, aux loisirs et à l'environnement, d'où l'opportunité d'adopter une approche par zone.

5. De septembre 2016 à février 2017, une procédure a été mise en place pour estimer les risques, évaluer les vulnérabilités et envisager les mesures à prendre en vue de l'élaboration d'une stratégie d'adaptation de la section d'autoroute concernée par le projet, mais aussi de l'environnement alentour, auquel une attention particulière a été portée, étant donné qu'il pouvait receler certains éléments propices au renforcement de la résilience de l'autoroute. Toutefois, un accroissement de la résilience en un point peut se solder par une diminution de la résilience ailleurs, d'où la nécessité cruciale d'associer au projet les parties prenantes et spécialistes locaux.

6. Une fois le champ d'application du projet délimité, une procédure en plusieurs étapes a été lancée pour élaborer une stratégie d'adaptation (voir tableau 1). Les trois premières étapes se sont déroulées selon les directives du projet ROADAPT¹, et la quatrième selon la méthode des *Dynamic Adaptive Policy Pathways* (« approches stratégiques adaptatives et dynamiques »). Lors de la première étape, deux ateliers ont été organisés en présence de spécialistes et de gestionnaires d'actifs de l'Administration des travaux publics, de l'institut Deltares et de parties prenantes locales, notamment de municipalités, de services des eaux et de provinces, pour passer en revue les menaces climatiques, les principaux risques et les mesures qui pourraient être prises. Lors de la deuxième étape, les principaux risques ont été cartographiés pour déterminer quelles sections de la route étaient exposées. Les résultats des deux premières étapes ont ensuite fait l'objet d'une analyse coût-efficacité et d'une analyse coûts-avantages. Enfin, une stratégie d'adaptation a été mise au point selon la méthode des *Dynamic Adaptive Policy Pathways*. Le tableau 1 présente un récapitulatif des étapes du projet.

¹ *Roads for today adapted for tomorrow* (« Construire aujourd'hui les routes de demain »).

Tableau 1
Projet InnovA58 d'adaptation aux changements climatiques

<i>Étapes de la procédure</i>	<i>Mesures prises</i>
Analyse rapide	Organisation de deux ateliers consacrés au recensement : <ul style="list-style-type: none"> • Des menaces que les changements climatiques font planer sur l'autoroute A58 et le milieu environnant ; • Des principaux risques et des mesures qui pourraient être prises pour les écarter.
Évaluation des vulnérabilités	Repérage des différentes vulnérabilités du réseau routier au moyen de systèmes d'information géographique
Évaluation des répercussions socioéconomiques	Application de deux méthodes : <ul style="list-style-type: none"> • Analyse coût-efficacité ; • Analyse coûts-avantages.
Stratégie d'adaptation	Élaboration d'une stratégie d'adaptation selon la méthode des <i>Dynamic Adaptive Policy Pathways</i>

IV. Méthodes d'évaluation

7. Dans le cadre des ateliers d'analyse rapide, des spécialistes de l'Administration des travaux publics, de l'institut Deltares et de parties prenantes locales ont recensé, parmi les phénomènes météorologiques indésirables, ceux qui font planer les risques les plus graves sur l'autoroute A58 et l'environnement alentour, en prenant en considération à la fois les conditions climatiques actuelles et leur évolution future. Ces risques ont ensuite été compilés sous la forme de matrices, dans lesquelles chaque nombre représentait un risque lié à un phénomène météorologique extrême.

8. Pour l'évaluation des risques, une approche semi-quantitative a été retenue. Des catégories, numérotées de 1 à 4, ont été définies pour estimer la probabilité qu'un phénomène se produise et l'ampleur de ses répercussions. Plus le numéro est élevé, plus la probabilité est grande dans un cas, et plus les répercussions sont importantes dans l'autre. La probabilité est vouée à évoluer à mesure que les effets des changements climatiques se manifesteront. On a ensuite recensé cinq risques principaux et suggéré des mesures susceptibles de s'inscrire dans le cadre d'une stratégie d'adaptation (voir tableau 2).

Tableau 2
Principaux risques recensés et mesures envisageables pour les écarter

<i>Principaux risques</i>	<i>Mesures envisageables (exemples)</i>
Inondation des infrastructures sous l'effet de la montée du niveau des eaux	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la largeur et la hauteur des ponts existants • Améliorer la rétention des eaux pluviales après leur drainage (déversement plus lent dans les cours d'eau) • Surélever la route

<i>Principaux risques</i>	<i>Mesures envisageables (exemples)</i>
Inondation des infrastructures sous l'effet de précipitations extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> • Revoir la conception de la route pour qu'elle puisse évacuer les eaux d'inondation • Retenir l'eau en amont (prévoir de l'espace pour les fossés et l'écoulement des eaux, planter d'autres végétaux et ralentir l'écoulement vers les cours d'eau) • Pomper l'eau d'un côté à l'autre de la route en cas de crue • Accroître la capacité du système d'évacuation des eaux pluviales • Construire des caniveaux plutôt que des bouches d'égout • Veiller à l'horizontalité du profil longitudinal de la route • Construire des installations de stockage des eaux sous la route ou à côté • Dimensionner et concevoir les intersections en tenant compte du risque de précipitations intenses • Prévoir des ponceaux pour l'écoulement des eaux pluviales en cas d'inondation
Érosion des ouvrages de retenue	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la protection contre l'érosion
Perte de sécurité due à l'éclaboussement	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la capacité de drainage de l'asphalte en le rendant plus épais ou en installant des drains verticaux ou centraux sous la route • Rabaisser la bande d'arrêt d'urgence • Améliorer la gestion et l'entretien des accotements et du système d'évacuation des eaux pluviales • Installer des lumières et des panneaux adaptatifs sur la route
Débordement de cours d'eau et inondation de zones urbaines sous l'effet de précipitations extrêmes	<p>Pomper l'eau des endroits détrempés le long de la route, pour l'envoyer vers des points secs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stocker l'eau dans des rigoles naturelles (wadis) pour pouvoir la déverser à nouveau en période de sécheresse • Pomper l'eau et la déverser dans des aquifères • Veiller à ce que les eaux pluviales ne s'infiltrent pas dans les réseaux urbains d'évacuation des eaux

9. Les responsables du projet InnovA58 ont ensuite évalué plus en détail, selon les directives du projet ROADAPT, la vulnérabilité de l'autoroute aux aléas météorologiques actuels et futurs. Cette évaluation a donné lieu à l'établissement de plusieurs cartes, sur lesquelles ont été mis en évidence les secteurs les plus vulnérables de la zone concernée par le projet. Ces cartes ont constitué le point de départ d'analyses plus poussées et centrées sur des secteurs particuliers, l'objectif étant de déterminer si les principaux risques recensés sont acceptables, tant du point de vue de la route que de celui de l'environnement, et si des mesures peuvent et doivent être prises.

10. Par la suite, l'évaluation des répercussions socioéconomiques, menée elle aussi selon les directives du projet ROADAPT, a consisté à analyser la viabilité de certaines mesures d'adaptation aux changements climatiques. Il s'agissait d'évaluer les répercussions économiques d'un encombrement du trafic imputable à des phénomènes climatiques, et de l'allongement du temps de parcours qui en résulterait, ainsi que la probabilité que ces phénomènes se produisent. En outre, les avantages des différentes mesures envisageables ont été notés selon plusieurs critères, à savoir l'utilité et l'efficacité, la flexibilité, la robustesse, le coût de l'entretien et du cycle de vie, et les avantages secondaires. Enfin, les responsables du projet ont procédé, pour chacune des mesures, à une analyse coût-efficacité et à une analyse coûts-avantages.

V. Conclusions et perspectives

11. Jusqu'à présent, les documents consacrés à la résilience des infrastructures et à la planification adaptative soulignaient la nécessité d'adopter des approches régionales pour tendre vers des environnements plus résilients et mieux adaptés aux aléas climatiques, mais proposaient rarement des solutions concrètes à cette fin.

12. Les directives du projet ROADAPT inscrivent dans un cadre clair le recensement des risques, des perspectives, des répercussions et des mesures envisageables. La méthode *Dynamic Adaptive Policy Pathways* apporte en outre un éclairage précieux sur les différentes mesures qu'il pourrait être judicieux de combiner pour mettre au point une stratégie d'adaptation. Toutefois, les méthodes doivent être choisies compte pleinement tenu de l'avis des spécialistes concernés. Il est essentiel de consulter les parties prenantes locales, qui ont souvent une connaissance fine du lieu, grâce à laquelle des solutions à la fois meilleures et plus réalistes peuvent être trouvées. Pour accroître la résilience aux changements climatiques, il importe de considérer l'environnement dans son ensemble, et pas seulement la route. Il est crucial de recueillir des informations sur les réseaux locaux de distribution d'eau, le milieu naturel et l'aménagement urbain, afin que les mesures prises pour améliorer la route profitent également à l'environnement alentour, et inversement. Dans le cadre du projet InnovA58, la recherche de solutions communes à de multiples enjeux a été l'occasion de contribuer à la réalisation de plusieurs objectifs.

13. Toutefois, dans les faits, il s'est avéré difficile d'intégrer les informations relatives à l'environnement immédiat de la route, communiquées par les parties prenantes, aux informations concernant la route elle-même. Les directives du projet ROADAPT ont été conçues avant tout pour les routes, et sont axées sur l'objet du projet plutôt que sur l'environnement dans lequel s'inscrit ce projet. De plus, les méthodes sont de nature technique et mettent principalement l'accent sur le caractère fonctionnel de la route, d'où la difficulté de procéder à une évaluation intégrée de la résilience de la route aux changements climatiques, en la considérant comme un élément à part entière de l'environnement alentour. Il importe également de garder à l'esprit, dans le cadre d'une approche par zone, que toutes les parties prenantes n'ont pas le même sens de l'urgence de la situation. La résilience des infrastructures routières aux changements climatiques est une préoccupation nouvelle pour l'Administration des travaux publics, tandis que plusieurs parties prenantes au projet InnovA58 ont déjà pu observer les effets de phénomènes météorologiques extrêmes sur l'environnement. Le manque d'empressement et de connaissances de l'Administration rend difficile la mise en pratique des stratégies de résilience et de planification adaptative.

14. La méthode des *Dynamic Adaptive Policy Pathways*, qui permet d'apprécier les mesures envisageables à l'aune de paramètres climatiques normatifs, pourrait apporter des solutions à ces problèmes. Les autorités et les ingénieurs pourraient l'appliquer pour déterminer quelles mesures sont nécessaires et quand elles doivent être prises afin de tendre vers des routes et des environnements résilients aux changements climatiques et flexibles.

15. Les directives du projet ROADAPT visent à accroître la robustesse de l'autoroute A58 par l'évaluation de ses vulnérabilités et la mise au point d'éventuelles mesures physiques. La méthode des *Dynamic Adaptive Policy Pathways* peut être employée pour concevoir une route en prenant des mesures visant à la rendre plus résiliente et en veillant à ce que des modifications puissent y être apportées par la suite, en fonction de l'évolution de la situation. L'idée est que la route et l'environnement alentour soient plus faciles à adapter et à transformer. Dans le cas de l'autoroute A58, la recherche de solutions propres à atteindre plusieurs objectifs a constitué une occasion supplémentaire d'accroître la faculté d'adaptation de l'infrastructure.

16. Toutefois, la capacité d'apprentissage social n'est pas mise en avant dans les méthodes employées, alors qu'il est vital, pour améliorer les routes et le milieu environnant, de tirer des enseignements des expériences passées.
