

Approche de la Banque mondiale dans les infrastructures de transport urbain résilientes et durables

- ↳ *Pourquoi agir maintenant ?*
- ↳ *Cibler pour mieux agir :
le CDRS au service de la résilience*
- ↳ *Des mesures concrètes pour bâtir des
infrastructures de transport durables et
résilientes*
- ↳ *Étude de cas: PPR Transport Urbain au
Maroc*

Pourquoi agir maintenant ?

Renforcer la résilience des infrastructures de transport urbain est un pilier du développement durable et de la lutte contre la pauvreté.

Définitions

Transport urbain = Routes en milieu urbain + systèmes multimodaux et de transport collectif (Bus, BHNS, Rail, Tram...)

La **durabilité** d'un système de transport implique un équilibre à long terme entre les dimensions sociale, économique et environnementale

La **résilience** réside dans la capacité d'un système à réagir aux événements perturbateurs tout en minimisant les dommages et en assurant une récupération rapide

Urgence Climatique

- La **fréquence** et l'**intensité** des phénomènes météorologiques extrêmes augmentent avec le changement climatique, menaçant populations et infrastructures.
- Les catastrophes naturelles causent déjà **~18 milliards \$US** de dommages directs par an aux infrastructures de transport et d'énergie dans les pays à revenu faible et intermédiaire

➔ Les infrastructures de transport urbain subissent ces pressions **aujourd'hui**. Agir dès maintenant sur la durabilité et la résilience est crucial pour protéger les gains de développement et éviter des coûts élevés à l'avenir.



Approche de la BM - Cibler pour agir: le CDRS au service de la résilience

Identifier, discuter et intégrer les risques climatiques dans toutes les phases du projet

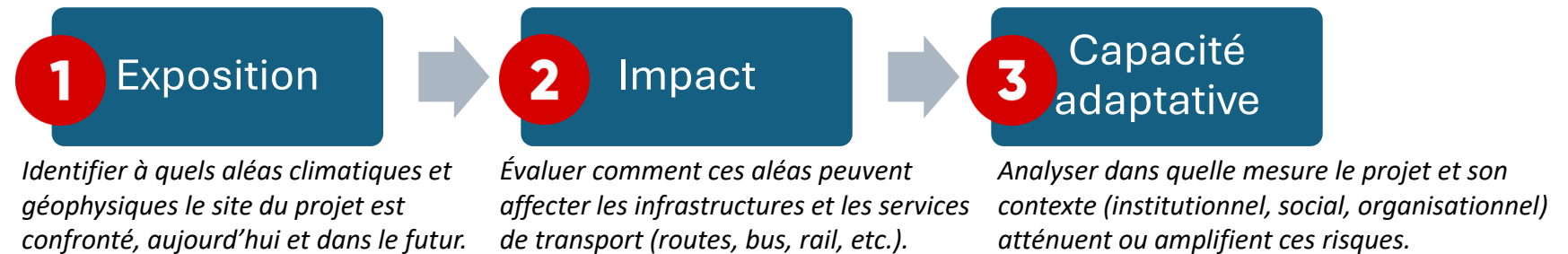


Le Climate and Disaster Risk Screening (CDRS) est un outil de la Banque mondiale qui permet **d'anticiper les risques climatiques et géophysiques** dès la conception des projets, afin d'accroître leurs chances de succès et leur durabilité.

Qu'est-ce que le CDRS ?

Outil de la Banque mondiale qui considère les **risques climatiques et de catastrophes à court et long terme** dès les premières étapes de conception des projets.
→ Intégré dans les opérations de la BM depuis 2014, en ligne avec l'Accord de Paris.

Approche méthodologique



- Relie les **aléas climatiques et géophysiques** aux composantes du projet (physiques et non physiques),
- Mobilise l'**expertise des équipes** et la compréhension du contexte sectoriel et institutionnel.

Objectif général

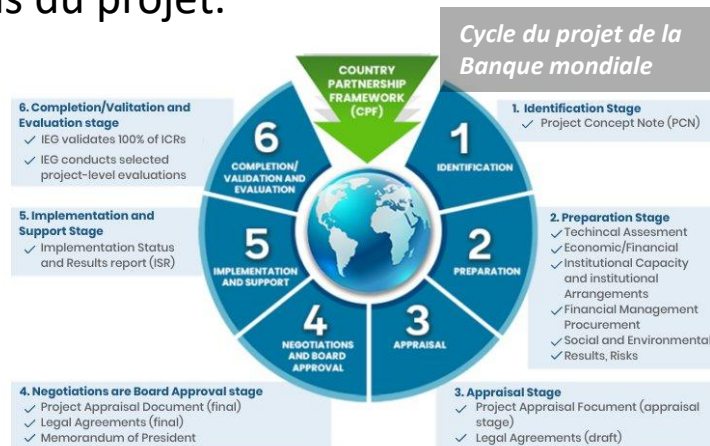
- ➔ **Identifier** en amont les risques critiques susceptibles d'affecter les objectifs de développement.
- ➔ Repérer des opportunités pour **intégrer des solutions** climato-intelligentes.
- ➔ Améliorer la **pérennité et la réussite** des projets.

Utilisation du CDRS: Quand et comment l'appliquer ?

Du diagnostic initial au dialogue avec les parties prenantes

En amont et tout au long du cycle

- Le CDRS s'emploie **idéalement dès les premières phases** (*identification/conception* du projet) pour évaluer les risques *ex ante*. Il peut **être mis à jour aux étapes clés** (préparation, évaluation) afin d'intégrer les nouvelles informations ou modifications du projet.



Un outil vif et itératif

- Le *screening* n'est pas un exercice ponctuel figé – c'est un processus vivant qui peut être revisité
- L'objectif est d'**alimenter la discussion** au sein de l'équipe projet et avec les parties prenantes, plutôt que de produire un rapport statique.
- Il sert à poser les bonnes questions et à sensibiliser dès le départ sur les enjeux de résilience.



Engager les parties prenantes

En impliquant divers experts sectoriels, climatologues et acteurs locaux, l'outil favorise un **dialogue interdisciplinaire**.

Les résultats du screening peuvent être utilisés pour consulter les communautés locales sur leurs *perceptions des risques* et leurs idées d'adaptation, renforçant ainsi l'appropriation du projet.

1 Exposition du lieu du projet (Quels aléas et à quelle échelle ?)

Mesurer l'exposition actuelle et future aux aléas

Description de l'étape 1 : Évaluer l'exposition actuelle et future du site du projet aux aléas climatiques et géophysiques pertinents (risques d'inondation, de températures extrêmes, de montée du niveau de la mer, de vents violents), et des aléas géologiques (séismes, glissements de terrain, etc.)

Questions posées :

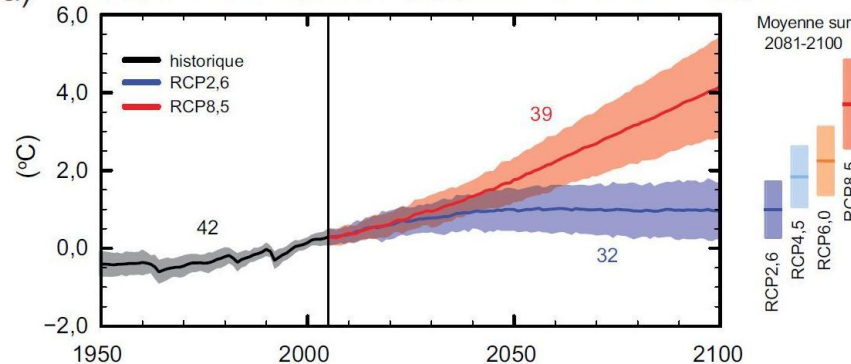
- Quels aléas climatiques affectent la zone du projet aujourd'hui ?
- Comment ces aléas évolueront-ils à l'horizon 2030–2050 ?
- Le projet est-il situé dans des zones à risque élevé (plaine inondable, littoral, etc.) ?

Outils et échelles temporelles : le portail **Climate Change Knowledge Portal** de la Banque mondiale ou des bases de données locales.

Les projections à long terme (souvent à 2050 ou fin de vie de l'infrastructure) reposent sur des scénarios climatiques (ex. RCP/SSP) pour estimer l'aggravation potentielle des risques.



a) Évolution de la température moyenne à la surface du globe



Exemple: Résumé de l'exposition aux aléas climatiques et géophysiques du site du projet - PUERTO BOLÍVAR Equator

Hazard	Time frame
Extreme Temperature	Current
	Future
Extreme Precipitation and Flooding	Current
	Future
Sea Level Rise	Current
	Future
Storm Surge	Current
	Future
Strong Winds	Current
	Future
Earthquake	Current
Tsunami	Current
Volcanic Erupation	Current
Landslides	Current
political instability and deinstitutionalization of the risk prevention system	Current
Wildfires	Current

Insufficient Understanding Not Exposure Slightly Exposed

Moderately Exposed Highly Exposed

2 Impact sur les infrastructures – Cas des routes

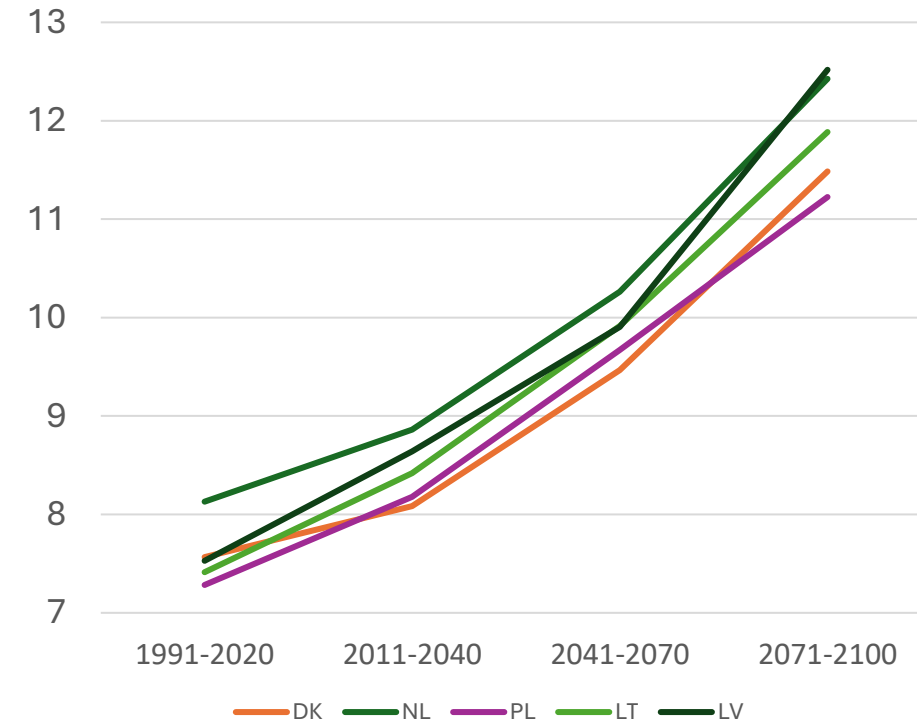
Routes urbaines: évaluer les impacts physiques des aléas

Description de l'étape 2 – cas des routes:

Évaluer les impacts potentiels des aléas identifiés sur les infrastructures routières urbaines. On estime comment les phénomènes climatiques vont affecter la route telle que conçue (matériaux, tracé)

Variable critique	Risque pour les routes
<i>Précipitation extrêmes/ submersion</i>	Inondation de la voirie, érosion de la chaussée, fragilisation des fondations.
<i>Températures extrêmes</i>	Dilatation ou ramollissement du bitume, formation d'ornières et fissures.
<i>Glissements de terrain</i>	Coulées de boue et éboulements coupant les axes routiers.
<i>Mer et littoral</i>	Montée du niveau de la mer et ondes de tempête endommageant ou rendant impraticables certains tronçons.

Tendances de l'indice des jours de précipitations extrêmes pour une sélection de pays européens (1991-2100)



Soruce: Copernicus Climate Change Service (C3S)

➔ La nécessité d'une **vigilance accrue** en matière de planification et de conception des infrastructures routières.

2 Impact sur les infrastructures – Cas des transports en commun

Des vulnérabilités propres aux systèmes de transport collectif

Impact spécifiques sur les transport de masse:

Le CDRS évalue également les vulnérabilités propres aux systèmes de transport urbain collectif (bus, BHNS, métro, tramway), qui diffèrent de celles des routes classiques. Par exemple : **les lignes de métro et tram** peuvent être interrompues par des inondations de tunnels ou de voies en surface, **les infrastructures électriques** (caténares, sous-stations) souffrent des vagues de chaleur ou d'orages violents, etc.

Variable critique	Risque pour les transports collectifs
<i>Précipitations intenses</i>	Inondation possible des gares souterraines, dépôts de bus ou stations → immobilisation du matériel roulant, perturbation du service.
<i>Températures extrêmes</i>	Dilatation des rails → ralentissement ou déformation des voies ; risques de limitation de vitesse des rames.
<i>Vent fort / tempête</i>	Domages aux lignes aériennes électriques, chutes d'arbres sur les voies ou routes → interruption du trafic bus/tram



Étape 3: Capacité adaptative (Facteurs de modulation du Risque)

Institutions, organisation et société : leviers d'adaptation

1. Composantes « Soft » du projet

- Maintenance préventive régulière
 - Formation du personnel
 - Plans d'urgence et planification stratégique
- ➔ Le projet intègre-t-il des dispositifs organisationnels pour réduire les risques ?

2. Contexte institutionnel

- Stratégies locales de résilience
 - Coordination entre agences (transport, urbanisme, protection civile)
- ➔ Les institutions locales disposent-elles d'un cadre solide et coordonné pour gérer les aléas ?

3. Contexte socio-économique

- Capacités et ressources des municipalités
- Stabilité et gouvernance locales
- Implication des communautés

➔ Le contexte socio-économique favorise-t-il ou limite-t-il la capacité d'adaptation ?

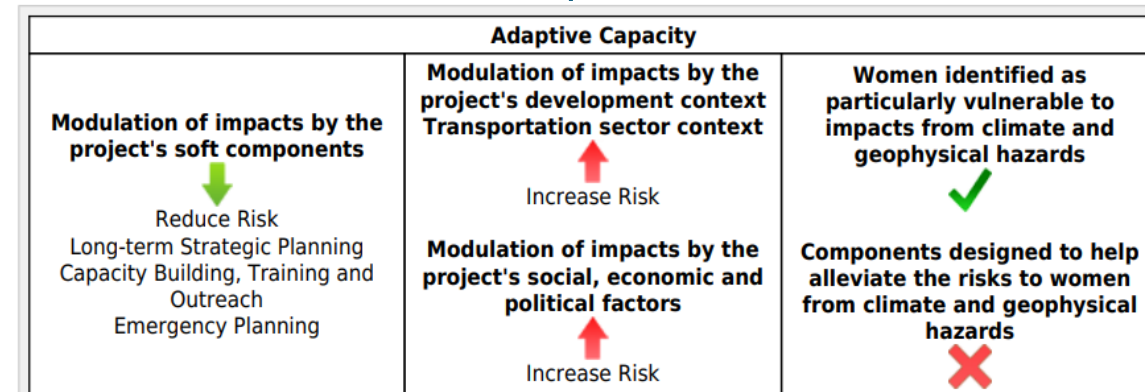
4. Groupes vulnérables

- Femmes, populations déplacées, ménages fragiles
- Mesures spécifiques pour réduire leur exposition

➔ Le projet tient-il compte des groupes les plus vulnérables face aux aléas ?

« Comment les composantes “soft” du projet et le contexte modulent-ils les risques ? »

(3^{ème} étape de Évaluation conduite avec l'outil CDRS de la Banque mondiale)



Exemple : Évaluation de la capacité adaptative – Projet PUERTO BOLÍVAR Equator

Après le Screening CDRS : quelles suites pour le projet ?

De l'identification des risques à l'action : scénarios, dialogue et approfondissements



Screening initial: diagnostic préliminaire (risques faible / modéré / élevé).



Scénario 1 – Risque faible/modéré : continuer la préparation du projet, en intégrant quelques ajustements si nécessaires.



Scénario 2 – Risque élevé : approfondir l'analyse (études climatiques détaillées, modélisations, analyses coût-bénéfice, plans d'urgence).



Dialogue renforcé : résultats partagés avec parties prenantes (autorités, communautés, experts) → co-construction de solutions adaptées.



Objectif final : transformer le diagnostic en actions concrètes de résilience pour assurer la durabilité du projet.

Mesures concrètes d'adaptation

(niveaux 1 & 2) : Opérationnel & Conception technique



Dans son approche des projets d'infrastructures, la Banque mondiale intègre un éventail de **mesures d'adaptation complémentaires** pour renforcer la durabilité et la résilience des investissements.



Ajustements opérationnels

Adapter la **gestion et l'exploitation** du transport :

- Ajuster les horaires ou l'offre de service lors d'événements extrêmes
- Mettre en place des protocoles d'**entretien préventif** intensif (curage régulier des drains avant la saison des pluies)
- Élaborer des **plans d'urgence** et procédures d'évacuation pour le réseau de transport.

➔ Ces mesures améliorent la résilience *sans changer l'infrastructure physique*, en optimisant son exploitation.



Exemple : au Yémen, le projet d'entretien routier fait appel à des micro-entreprises locales pour la maintenance courante, ce qui permet d'entretenir les routes en continu et de réagir rapidement aux dégradations causées par le climat.



Conception et matériaux : Adapter l'infrastructure elle-même

Rendre l'infrastructure plus robuste. Cela inclut:

- L'amélioration du **design** (p. ex. surélever une route ou un pont, ajouter des bassins de rétention d'eau)
- Le choix de **matériaux résilients** (p. ex. enrobés routiers supportant de plus hautes températures, revêtements drainants).



Exemple : au Liban, un projet de réhabilitation routière a intégré l'amélioration du drainage et la stabilisation des pentes pour réduire la vulnérabilité aux fortes pluies et glissements

Mesures concrètes d'adaptation

(niveaux 3 & 4) : Relocalisation & Systèmes d'information



“Retreat” : Relocalisation ou retrait stratégique

Parfois, la meilleure adaptation est de **ne pas construire dans la zone à risque**, ou de déplacer l'infrastructure prévue. Cela peut signifier:

- Re-router une ligne de bus en évitant une zone inondable chronique
- Relocaliser une gare routière ou un dépôt en hauteur plutôt qu'en plaine inondable
- Abandonner un tronçon trop exposé et trouver une alternative.

Bien que coûteuse, la relocalisation peut s'imposer pour les risques extrêmes (ex: déplacer des installations hors de zones côtières submersibles)



Exemple : dans certains projets côtiers, la Banque mondiale a conseillé de déplacer en arrière-plan des routes littorales au lieu de sans cesse les réparer, et de restaurer des zones tampons naturelles à leur emplacement

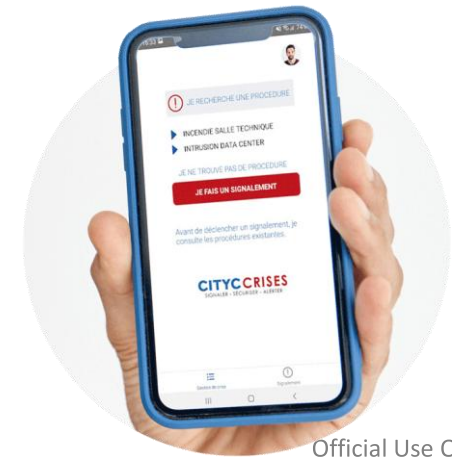


Systèmes d'information et gestion des données

Renforcer la **collecte de données**, la **surveillance** et l'**alerte** pour anticiper les aléas et intervenir rapidement. Cela peut inclure

- L'installation de capteurs et systèmes d'alerte précoce (p.ex. capteurs de crue sur les axes routiers submersibles, alertes météo aux opérateurs de transport)
- La mise en place de SIG (systèmes d'information géographique) pour cartographier en temps réel l'état du réseau, ou des plateformes numériques où les usagers peuvent signaler les incidents

Exemple: l'application de signalement citoyen introduite au Liban



Mesures concrètes d'adaptation

(niveau 5) : Politiques, planification et renforcement institutionnel



Renforcer les politiques, la planification et les systèmes

Intégrer la résilience et la durabilité dans le cadre stratégique et institutionnel. En pratique :

- Adopter des normes ou règlements prenant en compte le climat (ex: intégrer des paramètres climatiques dans les codes de construction des routes, abaisser les seuils d'urbanisation en zones à risque)
- Élaborer des plans de mobilité urbaine durable incluant un volet adaptation climatique
- Améliorer la coordination institutionnelle (ex: création d'unités dédiées à la résilience des transports, clarification des rôles en cas de catastrophe).



Renforcement des capacités

- La formation des décideurs et techniciens,
- La dotation de ressources aux collectivités pour qu'elles planifient avec une vision long-terme.

Exemple : au Maroc, le projet de transport urbain appuie la création de plans de déplacements urbains intégrant la dimension climatique et le renforcement des institutions de transport urbain.



Impact attendu: Des politiques et plans solides assurent que les mesures techniques (niveaux 1 à 4) soient pérennes et multipliées.

Cela crée un **cercle vertueux** : on ne se contente pas de projets pilotes résilients, on **institutionnalise** la résilience. Le réseau de transport dans son ensemble devient plus apte à encaisser les chocs et à servir les usagers en toutes circonstances, contribuant aux objectifs de développement *verts, résilients et inclusifs*.

Étude de cas: PPR Transport Urbain au Maroc

Contexte du projet

Ce programme vise à renforcer les capacités des villes marocaines en matière de planification et de gestion des transports urbains, tout en améliorant l'accès à des transports plus durables et résilients. C'est un projet national couvrant plusieurs villes (Casablanca, Rabat, Marrakech, Tanger et Agadir).

Objectifs principaux :

- Améliorer la mobilité urbaine (réduction des temps de trajet, meilleure desserte des quartiers populaires)
- Promouvoir des modes de transport durables (ex: développement de réseaux de bus propres, voies piétonnes/vélo)
- Accroître la résilience des infrastructures urbaines de transport face au climat.

On y retrouve les cinq niveaux d'intervention : renforcement institutionnel (formation des municipalités), investissements physiques (infrastructures de bus/tram), amélioration opérationnelle (gestion du trafic, maintenance),



Contexte climatique du Maroc urbain

Des vagues de chaleur de plus en plus intenses

Des épisodes de pluies torrentielles causant des inondations en milieu urbain

Un stress hydrique accru

Les villes côtières comme Casablanca ou Tanger subissent aussi des risques de submersion marine lors de fortes tempêtes

Étude de cas: PPR Transport Urbain au Maroc

Screening CDRS

Aucune Exposition/ Impact
Impact/ Exposition faible
Impact/ Exposition modéré(e)

1 Exposition



2 Impact

Aléa	Risque
Températures extrêmes : température moyenne, variations saisonnières, rythme de réchauffement (depuis 1901, projections jusqu'en 2060). Différences entre zones côtières et intérieures. Nombre annuel de jours > 35 °C.	Actuel
	Futur
Précipitations extrêmes et inondations : Durée et extension géographique de la saison humide. Mention spécifique au <i>Chergui</i> (vents secs et poussiéreux du Sahara). Données de précipitations moyennes annuelles (1901–2016) et projections à l'horizon 2050. Risques d'inondations côtières, notamment pour la région de Casablanca.	Actuel
	Futur
Montée du niveau de la mer	Actuel
	Futur
Ondes de tempête	Actuel
	Futur
Vents forts	Actuel
	Futur
Séismes	Actuel
Glissements de terrain	Actuel
Incendies de forêt	Actuel

	Impact actuel	Impact future
Routes urbaines	<p>Températures élevées : fissures mineures sur les chaussées déjà observées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inondations ponctuelles liées à des pluies extrêmes. - Risque lié à la montée du niveau de la mer faible (zone arrière-pays). 	<ul style="list-style-type: none"> - Hausse des températures extrêmes et des vagues de chaleur → risque accru de surchauffe et défaillance d'équipements. - Fréquence et intensité accrues des pluies extrêmes et inondations → réparations importantes nécessaires.
Transports collectifs	<p>Températures élevées déjà observées, sans tendance marquée à l'augmentation.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inondations ponctuelles dues aux pluies extrêmes. - Risque faible lié à la montée du niveau de la mer (zone arrière-pays). 	<ul style="list-style-type: none"> - Hausse prévue des températures extrêmes et des vagues de chaleur → risque accru de surchauffe et défaillance d'équipements (rails, caténaires, matériel roulant). - Intensification attendue des précipitations extrêmes et inondations → besoins de réparations plus fréquentes.

Étude de cas: PPR Transport Urbain au Maroc

Screening CDRS

3

Capacité adaptative

Modulation des impacts par les composantes “soft” du projet:

- * Élaboration de politiques
 - * Planification stratégique de long terme
 - * Renforcement des capacités, formation et sensibilisation
 - * Maintenance et exploitation
- Réduit le risque

Modulation des impacts par le contexte de développement du projet – secteur des transports

→ Réduit le risque

Modulation des impacts par les facteurs sociaux, économiques et politiques du projet

→ Augmente le risque

Femmes identifiées comme particulièrement vulnérables aux impacts climatiques et géophysiques ✗

Composantes conçues pour aider à réduire les risques pour les femmes face aux aléas climatiques et géophysiques → non existants

Mesures d'adaptation prévues

1. Élaboration et diffusion d'un Guide technique municipal sur la gestion environnementale et sociale des projets de transport urbain, accompagné d'ateliers de formation et de sensibilisation des parties prenantes.
2. Désignation de points focaux environnement et social dans chaque commune participante pour assurer un suivi continu des projets et renforcer la redevabilité locale.
3. Développement d'infrastructures de transport urbain le long des corridors ciblés afin d'accorder une priorité de circulation aux bus (mode de transport public le plus efficace) et d'encourager le report modal depuis la voiture particulière à Rabat et Marrakech.
4. Déploiement de systèmes de gestion du trafic à Rabat et Casablanca afin de réduire les émissions en améliorant et en régulant la fluidité de la circulation, en particulier dans les zones congestionnées.
5. Amélioration, lorsque nécessaire, des ouvrages de drainage à Rabat, Marrakech et Tanger pour renforcer la résilience climatique des corridors urbains ciblés, notamment en matière de prévention et de réduction des inondations.

Conclusion : Messages Clés

Construire aujourd'hui la résilience des transports urbains de demain



- 1) **Agir maintenant** sur la résilience des transports urbains est impératif face à l'aggravation des aléas climatiques – le coût de l'inaction serait bien supérieur.
- 2) La **méthodologie de la Banque mondiale** (CDRS) offre une approche structurée en 3 étapes (*Exposition–Impact–Capacité adaptative*) pour intégrer le climat dès la conception des projets.
- 3) Il est crucial de **traduire le diagnostic en actions** : un plan d'adaptation multi-niveaux (opérations, infrastructure, information, institutions) assure une réponse complète aux risques identifiés.



La volonté politique et la **coordination inter-institutions** sont déterminantes. Des projets comme le PPR Transport Urbain au Maroc montrent qu'avec un engagement des autorités, on peut *institutionnaliser* la résilience dans les transports (nouvelles normes, plans, financement dédié).