

A modern glass building with a curved facade, reflecting the sky and surrounding environment. The building is the background for the entire slide.

Rencontre Annuelle de METROPOLIS 2015

Vivre la Ville

Buenos Aires 18 - 21 Mai

**Méthodologie de Résilience et d'Adaptabilité des Villes
au Changement Climatique et aux Désastres Naturels :
le cas d'Alexandrie, de Tunis et de Casablanca**

victor.said@iau-idf.fr

**1. Vulnérabilité au changement climatique
des villes côtières d'Afrique du Nord**

**2. Les menaces du changement climatique et
des désastres Naturels :
Alexandrie, Tunis et Casablanca**

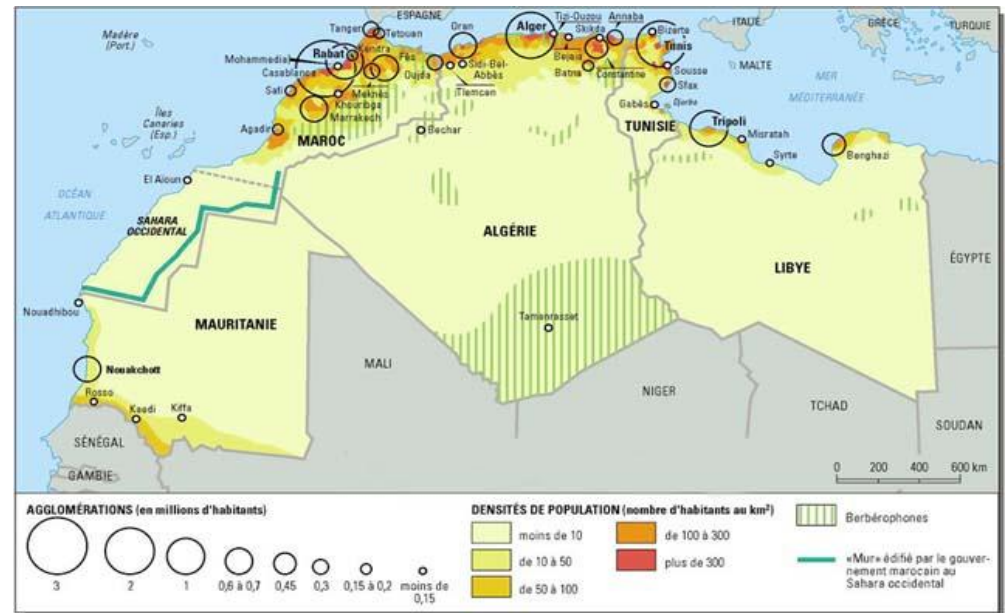
**3. Méthodologie d'approche de
la résilience et de l'adaptabilité**

**4. Plan d'adaptation et de résilience
Volet : Planification urbaine**



1. Vulnérabilité au changement climatique des villes côtières d'Afrique du Nord

- Les villes côtières de MENA abritent 60 millions d'habitants, et 100 millions sont prévus en 2030, soit 1/3 de la population urbaine totale de la région
- Les villes côtières sont parmi les plus grandes et les plus importantes agglomérations urbaines
- MENA sera la deuxième région la plus affectée par l'EANM, au delà du stress hydrique qui est déjà très prononcé
- L'augmentation des températures ambiantes (2° C) et la diminution de la pluviométrie et de l'écoulement sont attendues d'ici 2030



2. Les menaces du changement climatique et des désastres Naturels : Alexandrie, Tunis, Rabat et Casablanca

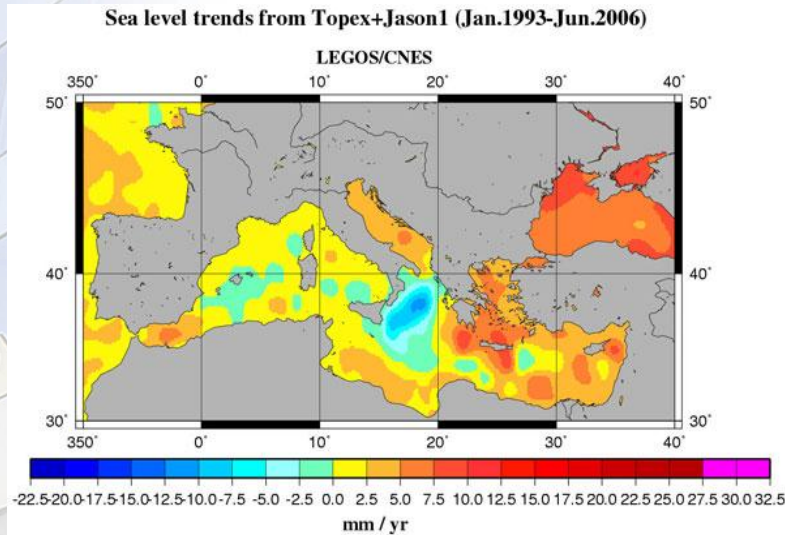


Étude lancée par la Banque Mondiale, réalisée par un groupement :



- 1. Déterminer la vulnérabilité urbaine aux CC et aux désastres naturels actuelle et à l'horizon 2030,**
- 2. Effectuer une évaluation économique et institutionnelle,**
- 3. Proposer des plans de résilience et d'adaptabilité**

Menace 1 : EANM, érosion côtière et effets de houle



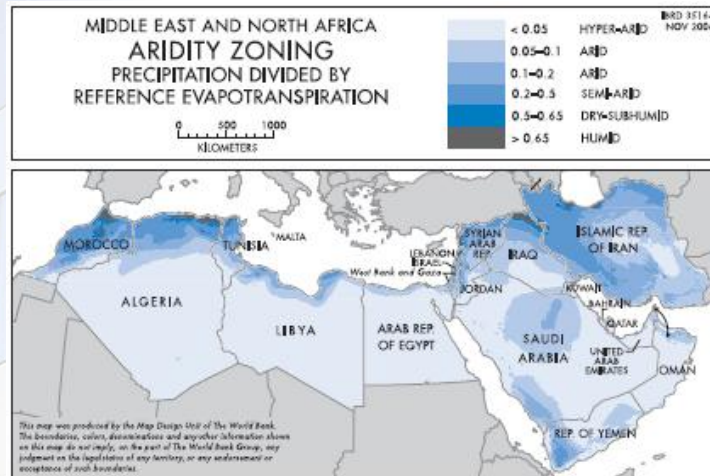
- Des manifestations d'EANM et d'érosion déjà présentes dans les villes
- Une augmentation du niveau d'EANM est attendu d'ici 2030 et au-delà...
- Les pertes côtières menacent les quartiers et les économies locales
- Des épisodes fréquents de houles impactent les infrastructures



Menace 2 : inondations urbaines

- Augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations dans toutes les villes
- Pertes très considérables pour les économies locales et nationales
- Systèmes de drainage et d'évacuation largement dépassés
- Combinaison létale avec les effets de houle et les tempêtes marines

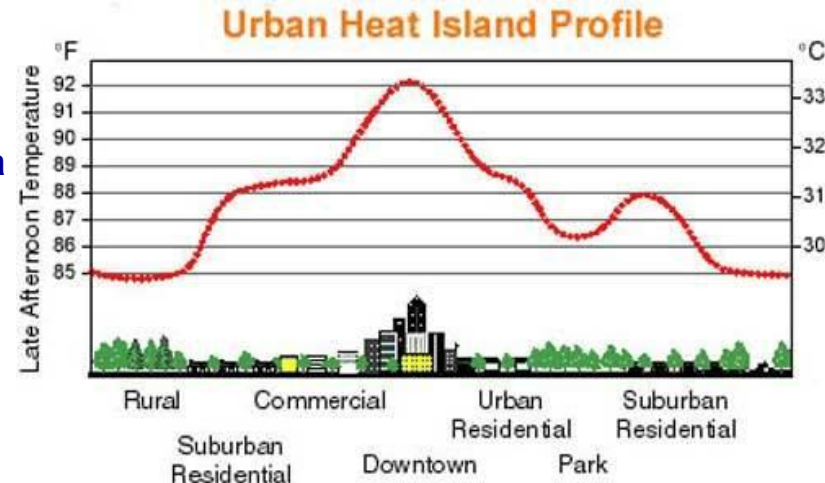
Menace 3 : Insuffisance hydrique



- La diminution de la pluviométrie réduit l'apport des bassins versants
- Augmentation croissante de la demande de consommation urbaine
- Nappes menacées par la surexploitation, l'EANM et la salinisation progressive
- Le débit du Nil risque des transformations profondes à moyen terme

Menace 4 : Température ambiante

- Températures ambiantes croissantes intensifient l'îlot de chaleur urbain
- Aggravation de la pollution de l'air et de la formation d'ozone au sol
- Conséquences importantes pour la santé publique urbaine
- Morbidité et mortalité dues aux vagues de chaleur attendues



2. Les menaces du changement climatique et des désastres Naturels : Alexandrie, Tunis et Casablanca

Menace 5 : Tremblements de terre et tsunamis

- Plusieurs épisodes dévastateurs durant cette décennie: Maroc, Tunisie
- Les trois villes sont construites sur des sites à risque sismique connu
- Des tsunamis ont affecté les sites d'Alexandrie et de Casablanca dans le passé historique
- Une évaluation des probabilités de risque s'avère essentielle



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.1. Evaluation des risques et des vulnérabilités

- A. Evaluation des aléas en situation actuelle
- B. Evaluation des aléas à l'horizon 2030
- C. Identification des vulnérabilités urbaines
- D. Evaluation des différents risques naturels
- E. Evaluation économique du changement climatique et des risques naturels
- A. Evaluation des capacités institutionnelles

3.2. Elaboration d'un plan d'action et des mesures concrètes

- A. Mesures techniques opérationnelles de protection des points sensibles identifiés
- B. Recommandation en matière de planification urbaine
- C. Mesures institutionnelles et de partage de la responsabilité
- D. Evaluation économique du plan d'action

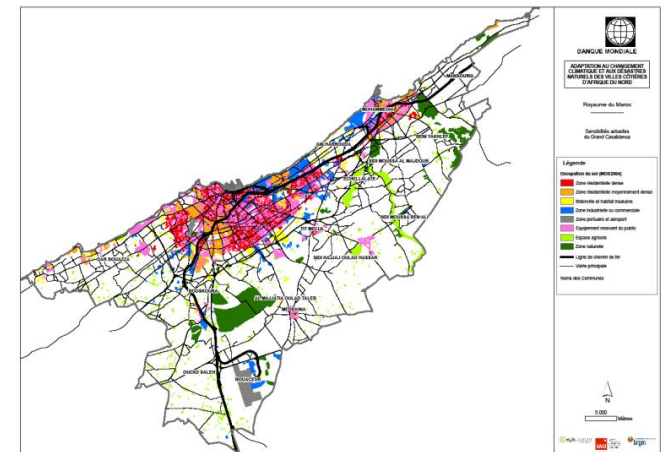
3.3. Dissémination des résultats et intégration dans les processus de décision

3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.1. Evaluation des risques et des vulnérabilités

A. Evaluation des aléas en situation actuelle

- Rappel : Aléa = Fréquence x Gravité
- Analyse exhaustive de la nature géologique, topographique, hydrologique, et environnementale des villes
 - ➔ Cartes géologiques, topographiques, bathymétriques, photos aériennes, photos satellites ...
 - ➔ Etudes déjà réalisées, bases de données, publications scientifiques
 - ➔ Visites de terrain et entretiens



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.1. Evaluation des risques et des vulnérabilités

B. Evaluation des aléas à l'horizon 2030

- Choix de 2030 est un horizon opérationnel en phase avec les besoins des décideurs
- Des projections climatiques par descente d'échelle (modèles régionaux), basées sur les scénarios du GIEC
- Evaluation des conséquences du Changement Climatique sur les risques naturels
 - ➔ *Elévation du niveau marin : augmentation de l'érosion et des submersions côtières*
 - ➔ *Augmentation du ruissellement et des inondations urbaines*
 - ➔ *Augmentation des températures (vagues de chaleur)*
 - ➔ *Raréfaction des ressources en eau (sécheresse)*
 - ➔ *Stabilité des sols*



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.1. Evaluation des risques et des vulnérabilités

C. Identification des vulnérabilités urbaines

- Délimitation des aires urbaines
- Analyse de l'occupation des sols et des tissus urbains fragiles (Densité et occupation , typologie et âge du bâti, condition de la population, bidonvilles, bâtiments recevant du publics...)
- Inventaire des infrastructures et équipements sensibles (réseaux eaux pluviales, eaux usées, infrastructures portuaires, zones industrielles, ...)
- Projections à l'horizon 2030, sur la base des tendances démographiques et du développement urbain planifié
 - ➔ *Carte d'occupation des sols*
 - ➔ *Plan des réseaux et autres points sensibles*
 - ➔ *Schémas Directeur d'urbanisme, Plans d'Aménagement et Projets envisagés.*



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.1. Evaluation des risques et des vulnérabilités

D. Evaluation des différents risques naturels

- Rappel: $\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$
- Croisement des aléas et des vulnérabilités urbaines sous SIG
 - ➔ *Production de cartes thématiques à différentes échelles (1/100 000, 1/50 000, 1/25 000)*
 - ➔ *Zooms sur des zones sensibles (ex. : rivage, points bas, zones de subsidence)*
 - ➔ *Cartes de synthèse : superposition des risques naturels, croisement risques et vulnérabilités*

👉 *Identification et délimitation des « points critiques »*

3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.1. Evaluation des risques et des vulnérabilités

E. Evaluation économique du changement climatique et des risques naturels

- Principe: fournir une première approche socio-économique des coûts des risques naturels et du changement climatique sur les quatre aires urbaines
- Une approche différenciée :
 - Processus lents et continus (élévation du niveau marin, érosion côtière, augmentation des températures moyennes, réduction des précipitations, ...)
 - Désastres naturels (inondations, vagues de chaleur, séismes, tsunamis, ...)
- ➔ *Estimation des coûts récurrents et des coûts exceptionnels (approche statistique / probabiliste)*
- ➔ *Difficultés méthodologiques (ex. : coût de la vie humaine)*



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.1. Evaluation des risques et des vulnérabilités

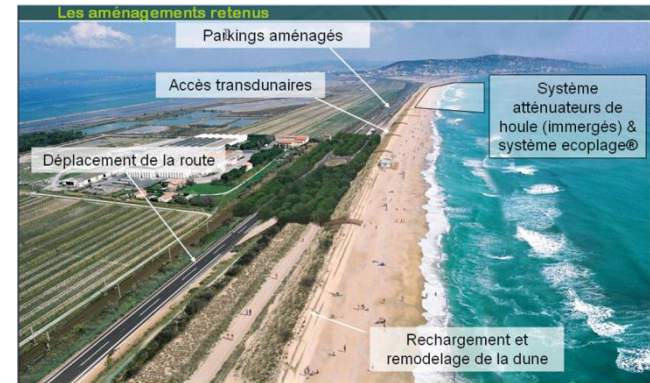
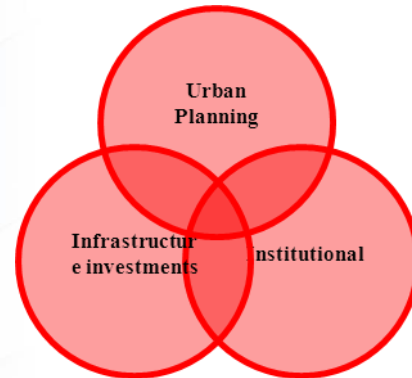
F. Evaluation des capacités institutionnelles

- Evaluation des rôles et responsabilités des institutions nationales et locales dans les domaines de l'urbanisme, de l'aménagement d'infrastructures, et de la prévention des désastres naturels
 - Une approche en deux phases :
 - Cartographie des compétences et responsabilités, au plan local et national
 - Etudes de cas (récents désastres naturels)
- ➔ *Finalité: mesurer les capacités de prévention et de réaction des autorités locales et nationales face aux désastres naturels*



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.2. Elaboration d'un plan d'action et des mesures concrètes



A. Mesures opérationnelles de protection des points sensibles identifiés

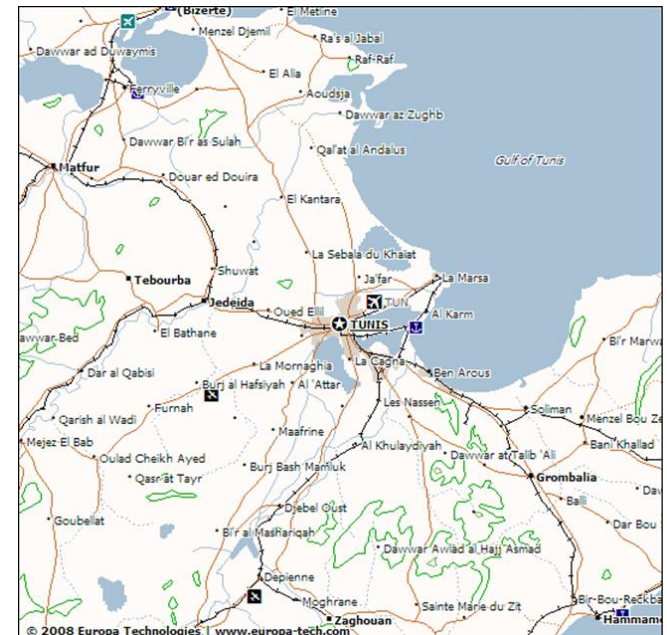
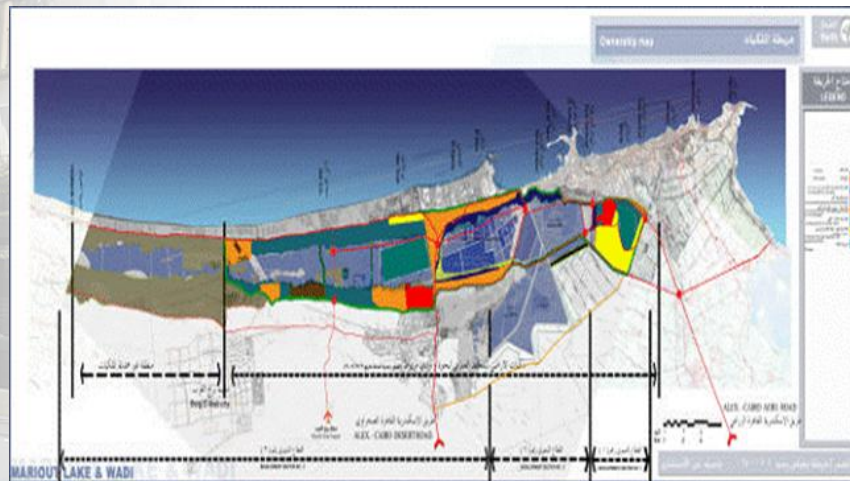
- **Recommandations concernant les investissements de protection à court terme**
- **Exemples :**
 - **Ouvrages de défense côtière (digues, brises lames, épis, ...)**
 - **Renforcement ou adaptation d'infrastructures clés**
 - **Redimensionnement des réseaux eaux usées / eaux pluviales et adaptation à l'élévation du niveau marin**
 - **Amélioration de la gestion des ressources en eau et recherche de nouvelles sources d'approvisionnement**
 - ...

3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.2. Elaboration d'un plan d'action et des mesures concrètes

B. Recommandation en matière de planification urbaine

- Recommandations en termes d'utilisation des sols et de développement urbain à l'horizon 2030
- Exemples :
 - Nouvelles réglementations architecturales
 - Zonage de l'occupation des sols en fonction des vulnérabilités identifiées (restrictions de construction)
 - Espaces tampons (zones vertes)
 - Recul stratégique à long terme
 - ...

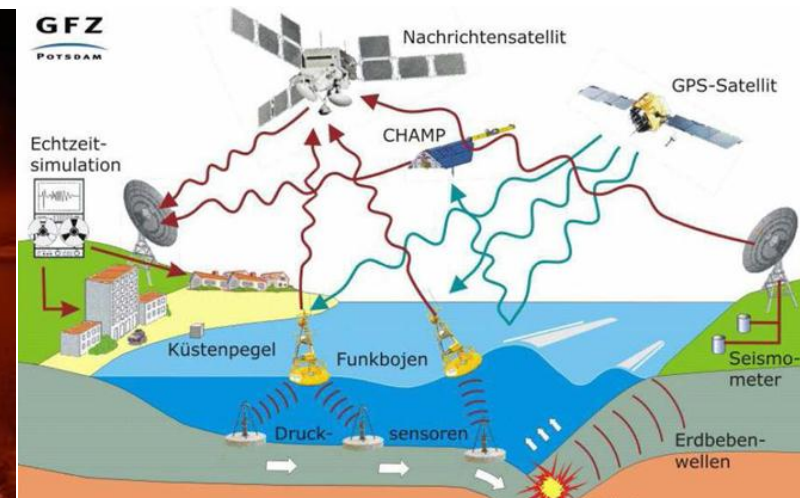


3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.2. Elaboration d'un plan d'action et des mesures concrètes

C. Mesures institutionnelles et de partage de la responsabilité

- Recommandations en termes de partage des responsabilités et de mise en œuvre des plans d'intervention
- Exemples :
 - Redéfinition des responsabilités au plan local / national
 - Amélioration des processus et chaînes de décision
 - Préparation de plans d'urgence
 - Renforcement des capacités d'intervention
 - Campagnes de sensibilisation et d'information
 - ...



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.2. Elaboration d'un plan d'action et des mesures concrètes

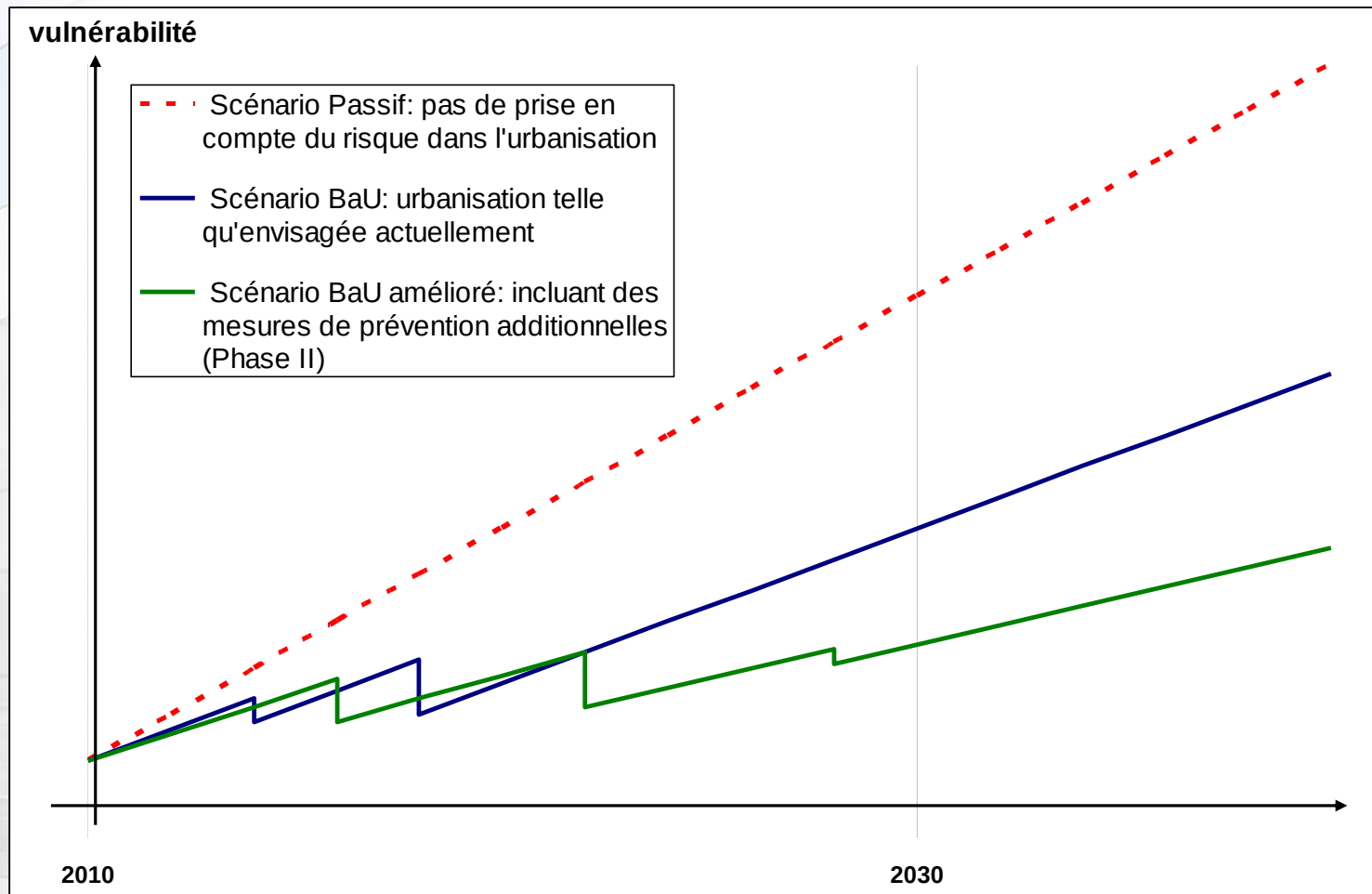
D. Evaluation économique du plan d'action

- Analyse coût-bénéfice : coûts de l'inaction / coûts de l'adaptation
- Principe : les coûts évités par les actions d'adaptation sont des « bénéfices »
- Finalité : déterminer le ratio coût/efficacité des mesures d'adaptation
 - ➔ *Définition opérationnelle des mesures d'adaptation : nature, localisation, caractéristiques, responsabilités, coûts*
 - ➔ *Classement de ces mesures en fonction de leur impact financier*
 - ➔ *Définition de stratégies d'investissements*



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.2. Elaboration d'un plan d'action et des mesures concrètes



3. Méthodologie d'approche de la résilience et de l'adaptabilité

3.3. Dissémination et initiation du processus

- Interactions avec les autorités nationales et locales en charge de l'aménagement et du développement des quatre sites
- Organisation d'événements locaux et régionaux de validation et de dissémination des résultats de l'étude
 - ➔ *Sensibiliser les autorités locales et nationales à la nécessaire adaptation au changement climatique (appropriation du problème)*
 - ➔ *Mettre en valeur les compétences et savoir-faire locaux*
 - ➔ *Présenter les résultats, recueillir les avis, créer une compréhension commune des enjeux, bâtir un consensus*
 - ...



Niveau des menaces du changement climatique et des désastres Naturels : Alexandrie, Tunis et Casablanca

Summary of urban risks

URBAN RISKS BY 2030	ALEXANDRIA	CASABLANCA	TUNIS
Coastal erosion	Medium	Medium	High
Marine submersion	Medium	Medium	High
Flooding	Medium	Medium	High
Water scarcity	Low	Low	Low
Heat waves	Low	Low	Low
Earthquakes	Medium	Negligible	Medium
Tsunamis	Low	Low	Low
Land subsidence	Medium	N/A	High

High

Medium

Low

Negligible

4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

- 4.1. Adapter les villes d'aujourd'hui et réduire les risques et les vulnérabilités urbaines**
- 4.2. Aménager les futures extensions urbaines dans les zones à faible risque naturel**
- 4.3. Critères pour la conception d'un nouveau développement urbain**
- 4.4. Approches climatique de la planification urbaine**



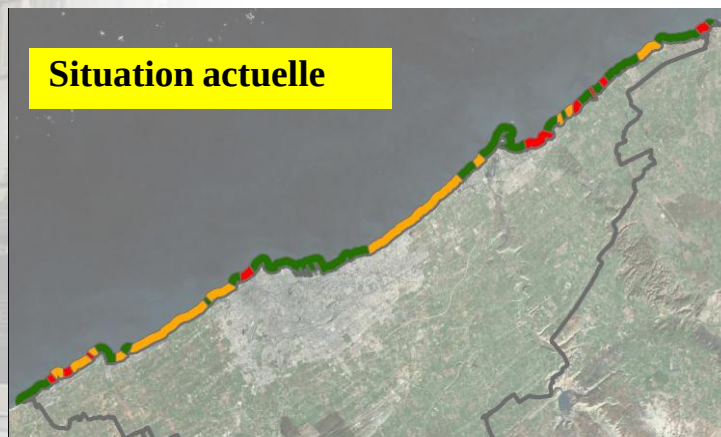
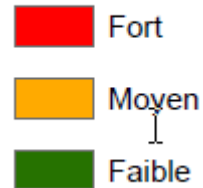
4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

A. Casablanca : Rappel des risques majeurs

- Erosion côtière

Aléa érosion

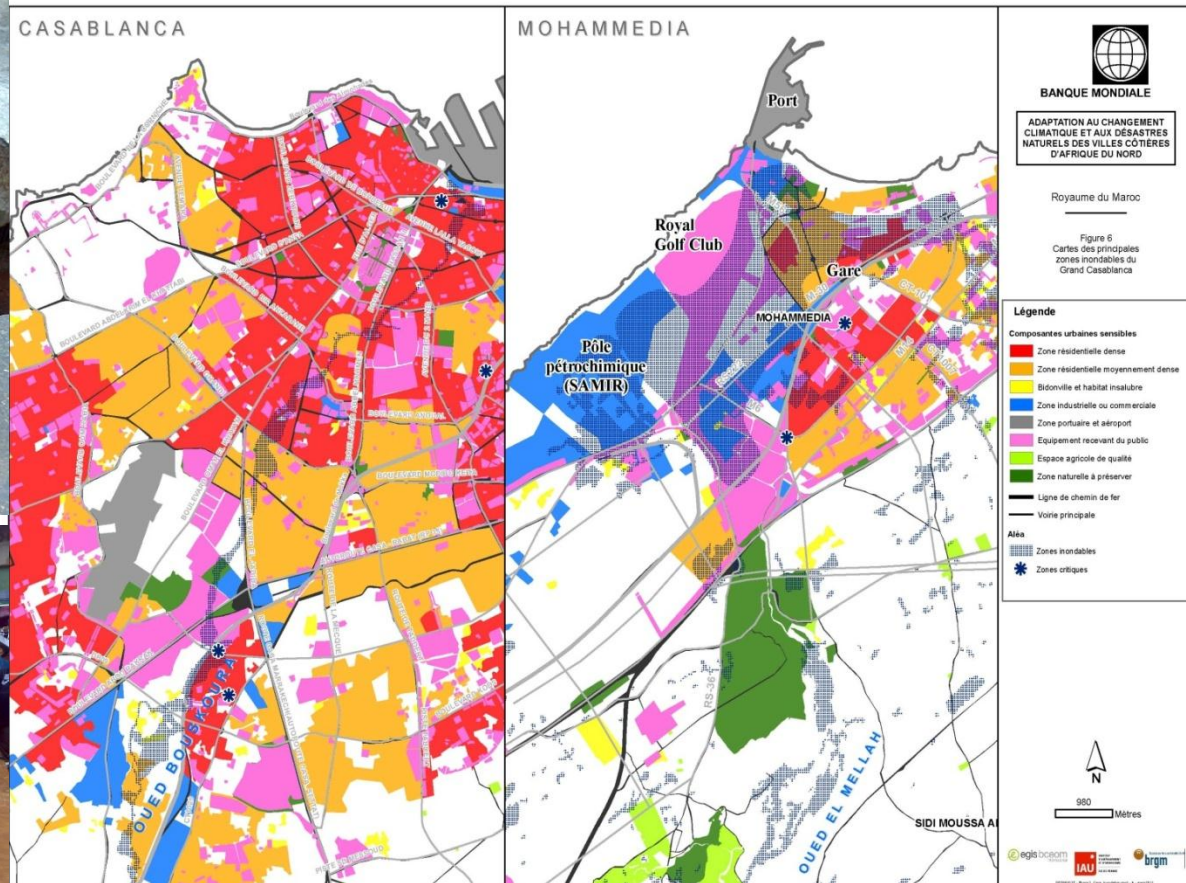


4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

A. Casablanca : Rappel des risques majeurs

- Inondation



4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

4.1. Adapter les villes d'aujourd'hui et réduire les risques et les vulnérabilités urbaines

A. Casablanca :

- Protection du tissu urbain vulnérable le long du littoral de Casablanca
- Réglementer l'urbanisme dans les zones inondables et gérer les débordements
- Résorption du tissu urbain vulnérable aux inondations
- Contrôler le risque d'inondation dans la plaine de Chaouia

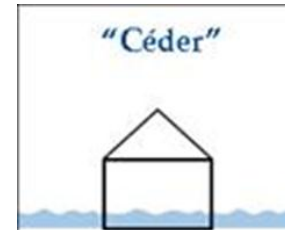


4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

4.1. Adapter les villes d'aujourd'hui et réduire les risques et les vulnérabilités urbaines

Réduction de la vulnérabilité dans les zones inondables : trois stratégies

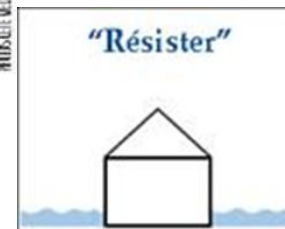


Réduction de la vulnérabilité structurelle par changement d'usage du rez-de-chaussée inondable



ÉLÉVATION

Exemple de disposition constructive en zone inondable : surélévation du premier plancher d'habitation



4. Plan d'adaptation et de résilience

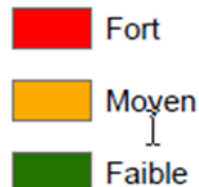
Volet : Planification urbaine

C. Tunis : Rappe des risques majeurs

- Erosion côtière



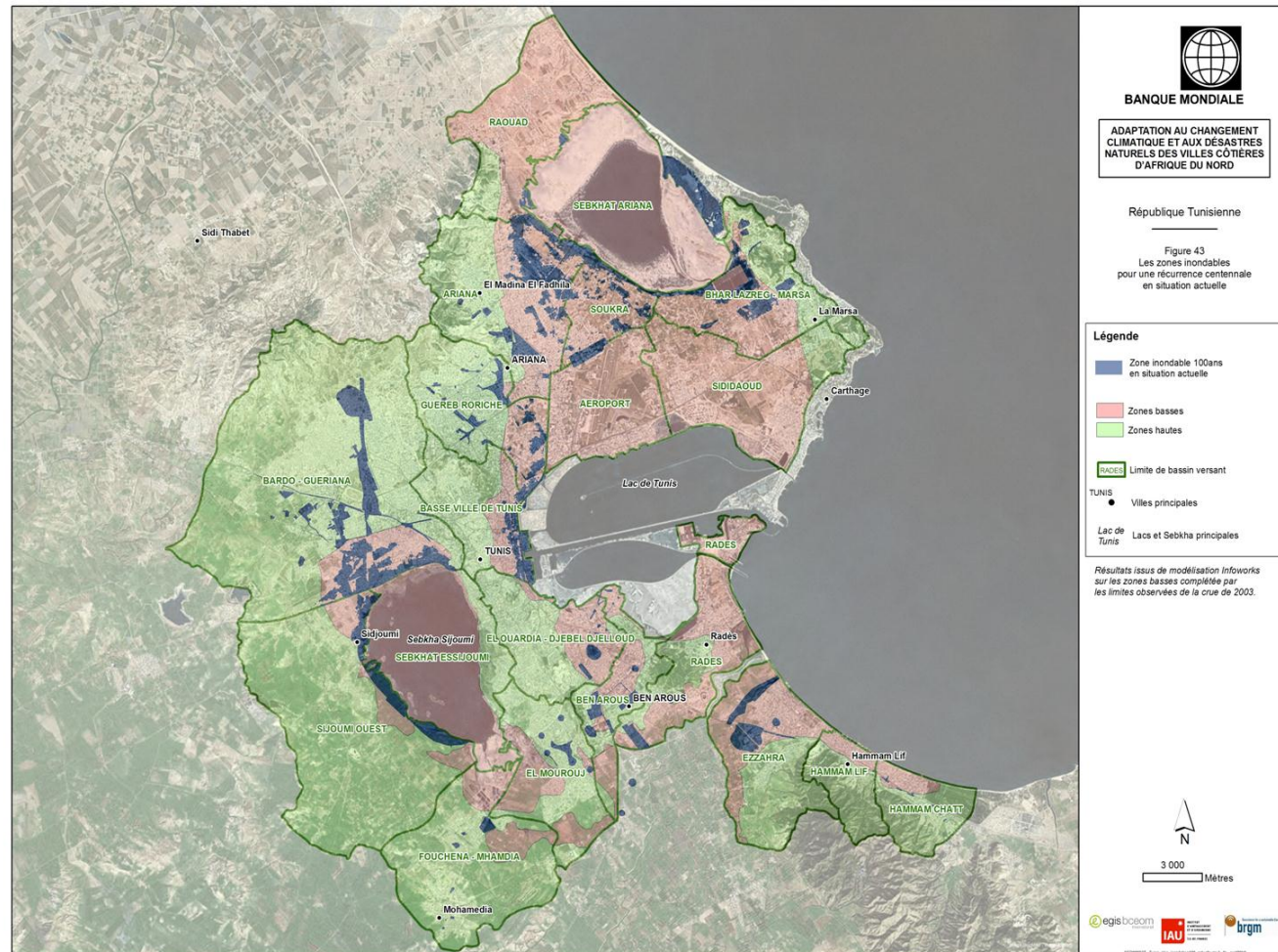
Aléa érosion



4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Tunis : Rappe des risques majeurs - Inondation



4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Tunis : Rappe des risques majeurs - Submersion marine



Légende

Zones submergée pour
une cote marine de +1,54m NGT

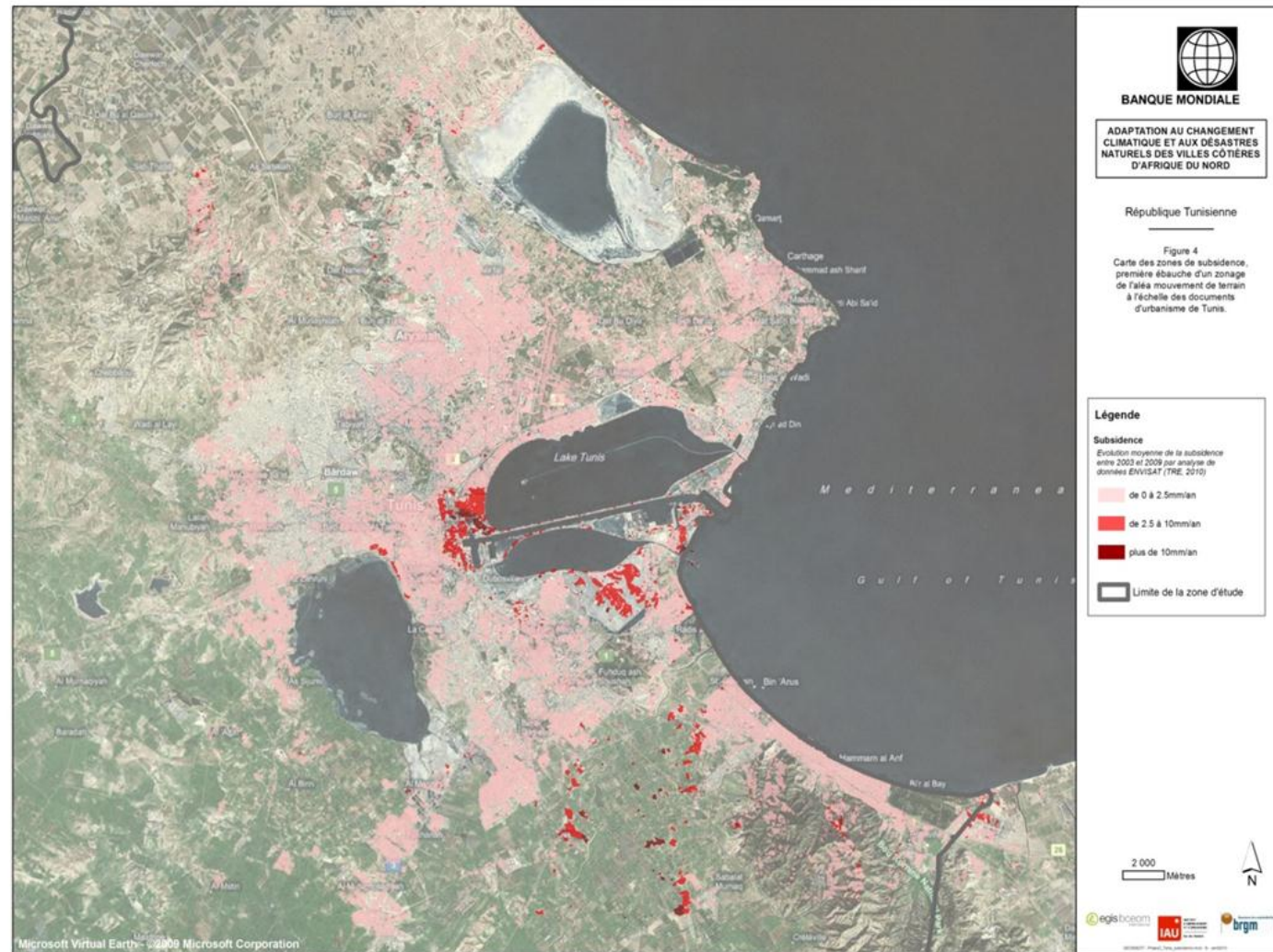
• Villes principales

*Lac de
Tunis* Lacs et Sebkha principales

4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Tunis : Rappe des risques majeurs - Instabilité des sols - Subsidence



4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Tunis : Rappe des risques majeurs

- Inondation - Submersion - Subsidence

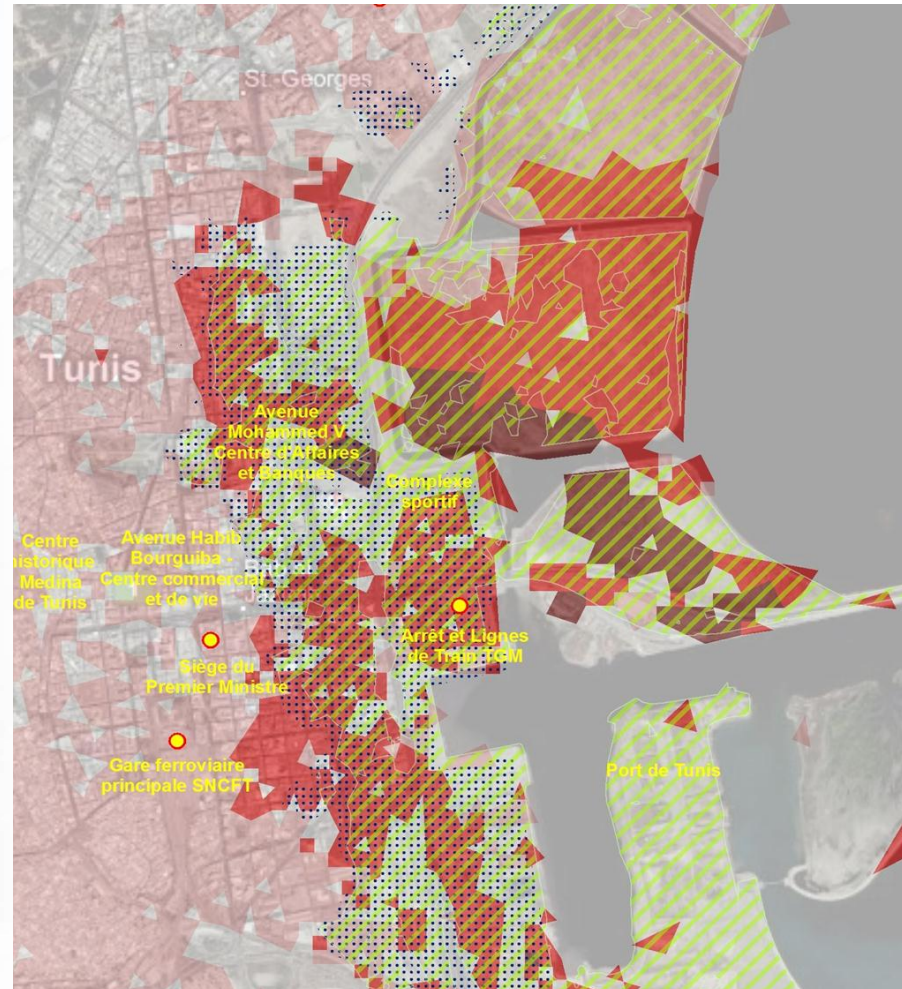


Figure 2
Carte des secteurs à risque
sur la Basse Ville de Tunis
à l'horizon 2030

Légende

Aléa inondation

Aléa inondation (100 ans)
Modélisation sous Infoworks RS

Aléa submersion

Aléa submersion (100 ans)

Subsidence

Evolution moyenne de la subsidence
entre 2003 et 2009 par analyse de
données ENVISAT (TRE, 2010)

de 0 à 2.5mm/an
de 2.5 à 10mm/an
plus de 10mm/an

4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

4.1. Adapter les villes d'aujourd'hui et réduire les risques et les vulnérabilités urbaines

B. Tunis :

- **Approche urbaine de la prévention des risques sur la Basse Ville de Tunis (accompagner les travaux de reconversion et de réhabilitation)**
- **Diagnostics de vulnérabilité des bâtiments existants, notamment au risque sismique**
- **Limitation des apports sur la Sepkha Sedjoui et protection des zones riveraines contre les inondations (ruissellement)**
- **Contrôle du mitage pavillonnaire afin de maîtriser le ruissellement (Bassins versants en amont de la ville)**
- **Protection contre les inondations à partir des bassins versant (Sidi Daoud (Lac Nord), Aéroport et berges du Lac Nord, Guereb-Roriche, Bardo-Gueriana)**



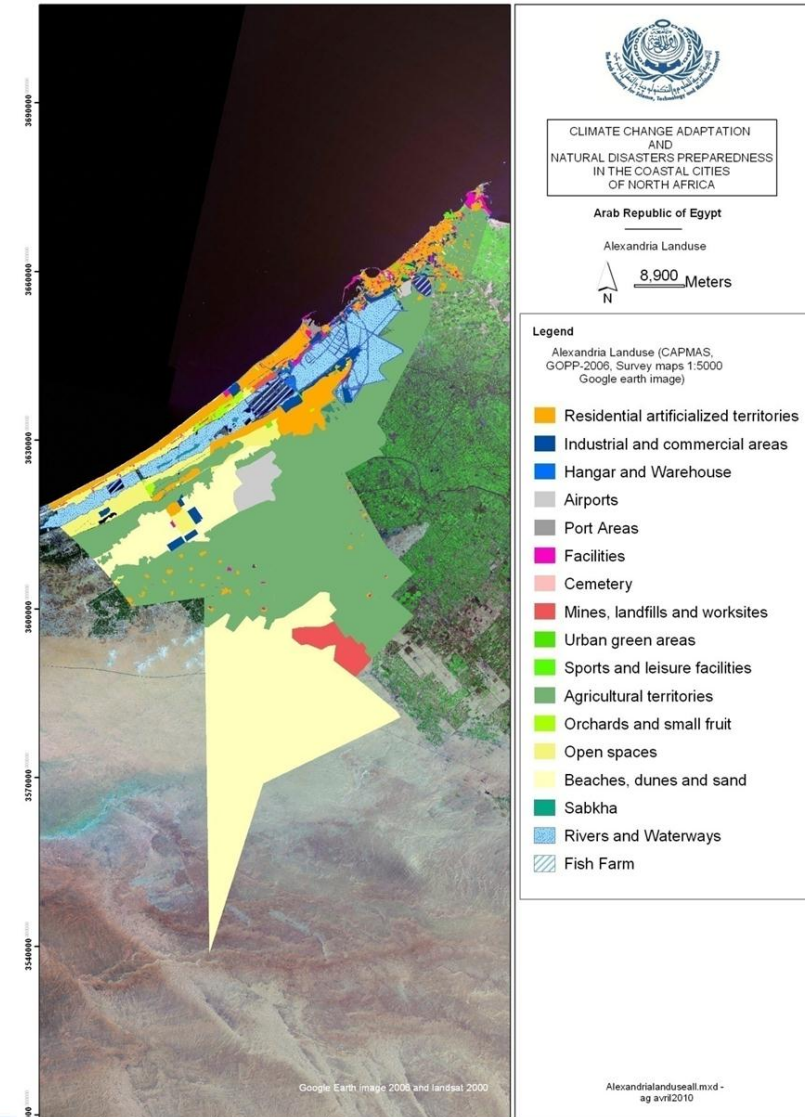
4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Alexandrie

Vulnérabilité urbaine importante :

- Densité urbaine,
- Habitat insalubre,
- Infrastructures majeurs,
- Secteurs d'activités.



4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Alexandrie

Rappel des risques majeurs



- Submersion Marine



- Erosion côtière



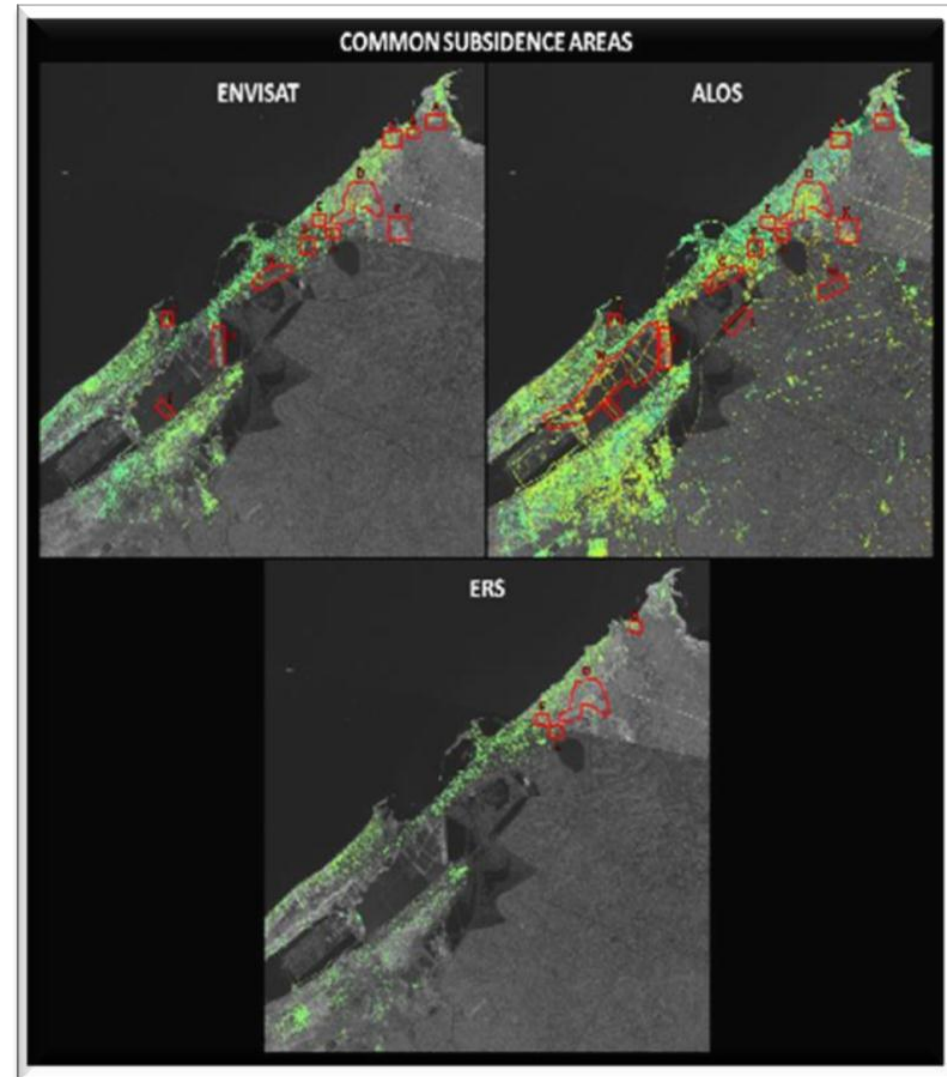
4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Alexandrie

Rappel des risques
majeurs

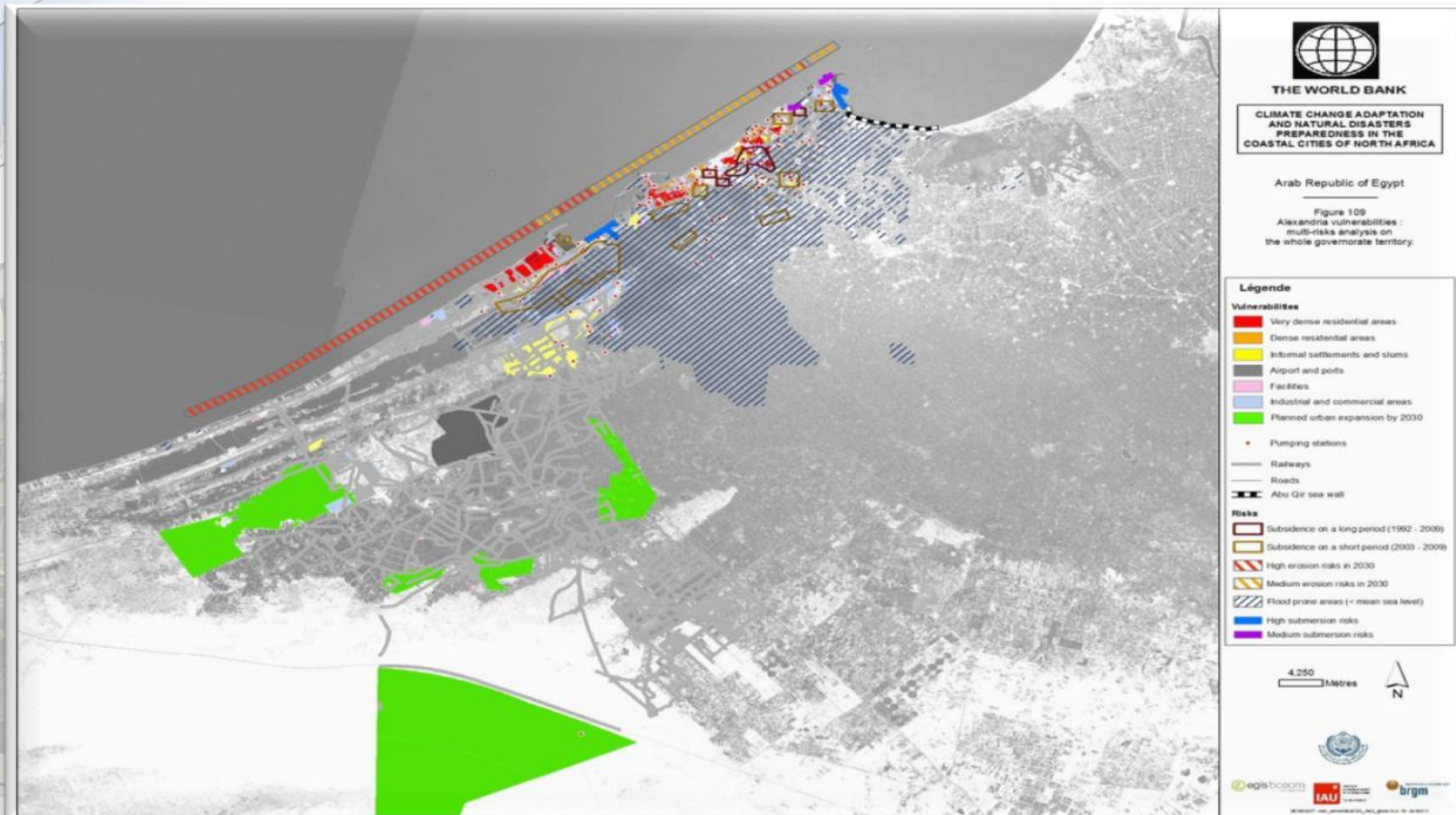
- Subsidence



4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

C. Alexandrie : Rappel des risques majeurs - Erosion côtière, Submersion, Subsidence



4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

4.1. Adapter les villes d'aujourd'hui et réduire les risques et les vulnérabilités urbaines



C. Alexandrie

- Mesures de protection de la population urbaine de la zone d'Aboukir contre les inondations et la submersion marine,
- Mesures de protection de la zone très sensible d'El Max contre les inondations et la submersion marine (Zones industrielles et commerciales, Extension du port, Canal El Omoum qui joue un rôle primordial de régulation entre le niveau du lac Mariout et la mer),
- Evaluation approfondie de la vulnérabilité des bâtiments existants contre le risque de séisme

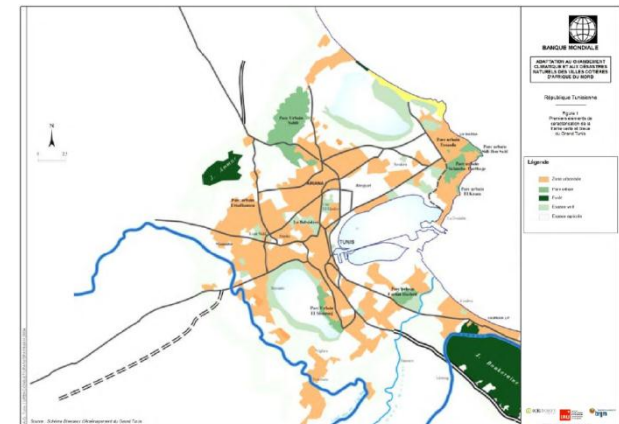
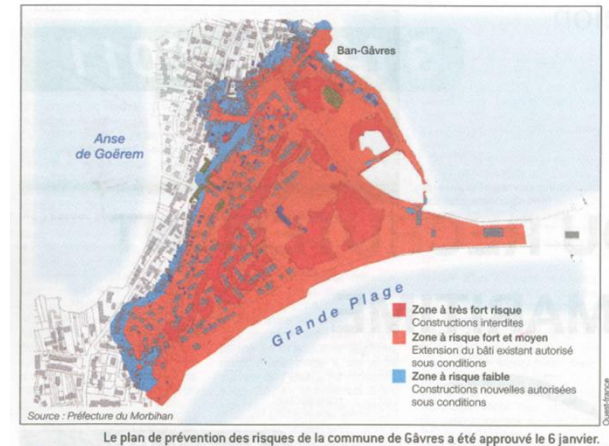
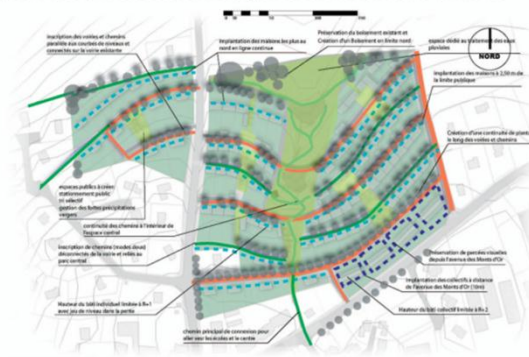
4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

4.2. Aménager les futures extensions urbaines dans les zones à faible risque naturel

- A. Elaboration de Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles
- B. Définition d'une trame des espaces ouverts, (vert et bleu)
- C. Approche Environnementale de l'Urbanisme pour les Grands Projets d'extension urbaine

Exemple de plan masse :
synthèse des principes d'aménagement retenus dans une AEU*

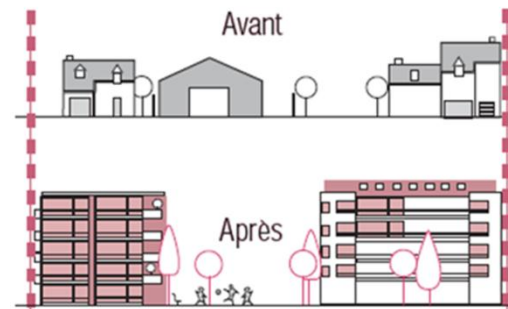
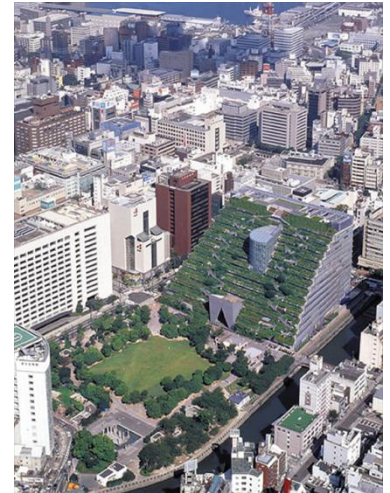


4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

4.3. Critères pour la conception d'un nouveau développement urbain

- A. Intégration des principes de l'urbanisme et de l'architecture durable,
- B. Application du concept d'Eco-Quartiers pour l'aménagement des nouveaux tissus urbains et pour les projets de régénération urbaine,
- C. Construction de bâtiments bioclimatiques

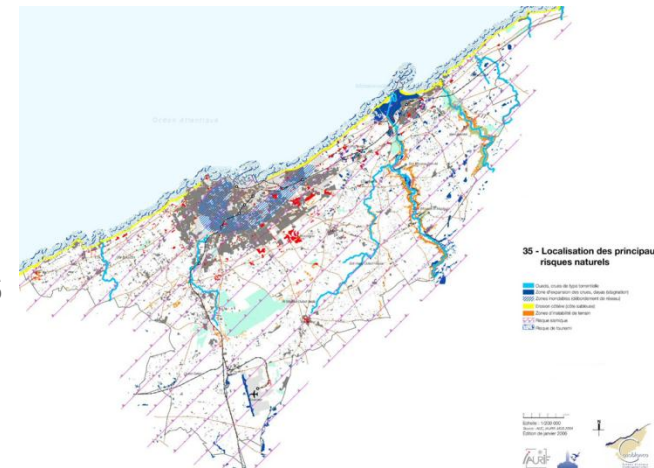


4. Plan d'adaptation et de résilience

Volet : Planification urbaine

4.4. Approches climatique de la planification urbaine

- A. Concevoir une approche globale de l'urbanisme en composant avec l'environnement
- B. Elaboration de Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles
- C. Elaboration d'une « Trame Verte d'Agglomération »



Merci pour votre attention

victor.said@iau-idf.fr

Méthodologie de Résilience et d'Adaptabilité des villes au changement climatique et aux désastres naturels : Le cas d'Alexandrie, de Tunis et de Casablanca



7. Formulation d'un plan d'actions

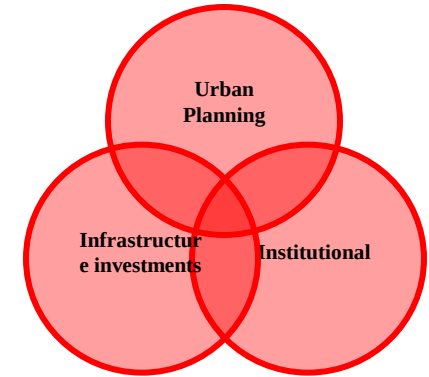
Planification urbaine

**Infrastructures de protection
des points sensibles**

Adaptabilité institutionnelle

**Évaluation économique et financière
du plan d'adaptation**

Dissémination (diffusion) et initiation du processus



7. Formulation d'un plan d'actions

Planification urbaine

- ❑ Recommandations en termes d'utilisation des sols et de développement urbain à l'horizon 2030
- ❑ Exemples :
 - Nouvelles réglementations architecturales (BBC, BEP,...)
 - Zonage de l'occupation des sols en fonction des vulnérabilités identifiées (restrictions de construction)
 - Espaces tampons (zones vertes)
 - Recul stratégique à long terme
 - Nouvelles formes urbaines (Nouveau Quartier durable, Eco quartier...etc)

7. Formulation d'un plan d'actions

Infrastructures de protection des points sensibles

- ❑ Recommandations concernant les infrastructures de protection à court terme
- ❑ Exemples :
 - Ouvrages de défense côtière (digues, brises lames, épis, ...)
 - Renforcement ou adaptation d'infrastructures clés (ports, plates-formes logistiques, usines de production énergétique, ...)
 - Redimensionnement des réseaux eaux usées - eaux pluviales et adaptation à l'élévation du niveau marin
 - Amélioration de la gestion des ressources en eau et recherche de nouvelles sources d'approvisionnement

7. Formulation d'un plan d'actions

Adaptabilité institutionnelle

- ❑ Recommandations en termes de partage des responsabilités et de mise en œuvre des plans d'intervention
- ❑ Exemples :
 - Redéfinition des responsabilités au plan local / national
 - Amélioration des processus et chaînes de décision
 - Préparation de plans d'urgence
 - Renforcement des capacités d'intervention
 - Campagnes de sensibilisation et d'information
 - ...

7. Formulation d'un plan d'actions

Évaluation économique et financière du plan d'adaptation

- ❑ Analyse coût-bénéfice : coûts de l'inaction / coûts de l'adaptation
- ❑ Principe : les coûts évités par les actions d'adaptation sont des « bénéfices »
- ❑ Finalité : déterminer le ratio coût/efficacité des mesures d'adaptation
- *Définition opérationnelles des mesures d'adaptation : nature, localisation, caractéristiques, responsabilités, coûts*
- *Classement de ces mesures en fonction de leur impact financier*
- *Définition de stratégies d'investissements*

7. Formulation d'un plan d'actions

Dissémination (diffusion) et initiation du processus

- ❑ Interactions avec les autorités nationales et locales en charge de l'aménagement et du développement des quatre sites
 - ❑ Organisation d'événements locaux et régionaux de validation et de dissémination des résultats de l'étude
- *Sensibiliser les autorités locales et nationales à la nécessaire adaptation au changement climatique (appropriation du problème)*
 - *Mettre en valeur les compétences et savoir-faire locaux*
 - *Présenter les résultats, recueillir les avis, créer une compréhension commune des enjeux, bâtir un consensus*