

2^{ème} Colloque National Science et Société pour
l'Adaptation des territoires aux changements climatiques
Risques - Ressources - Transition(s)

**Méthodes pour évaluer la vulnérabilité et la
performance des mesures d'adaptation au changement
climatique**

Marseille, 19 Décembre 2018

- 1. Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité**
- 2. Les méthodes d'évaluation ex-ante et ex-post des mesures d'adaptation**
- 3. Recommandations et conclusions**

1. Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité

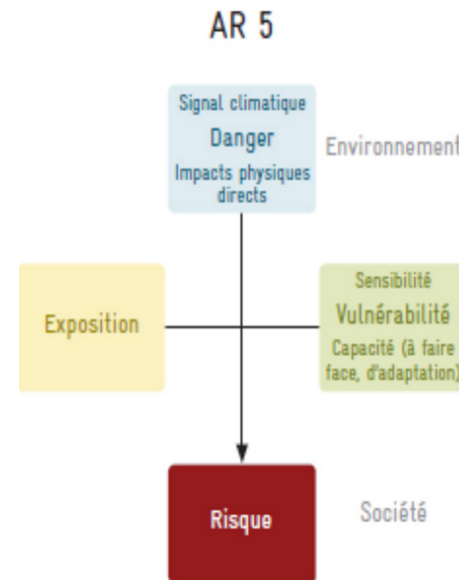
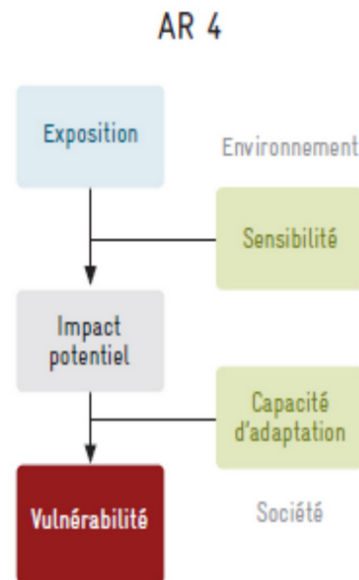
Evaluer la vulnérabilité au CC

- **Etape importante, préalable à toute démarche d'adaptation**

- Comprendre l'évolution du climat et de ses aléas
- Connaître les enjeux, humains, économiques, environnementaux
- Identifier la nature et l'ampleur des conséquences du CC actuel et futur
- Evaluer et hiérarchiser les impacts, positifs et négatifs, en découlant
- Nourrir la stratégie et le plan d'action, orienter les efforts et les ressources
- Fournir un état de référence pour le suivi et l'évaluation
- Communiquer, sensibiliser et mobiliser les décideurs et les acteurs

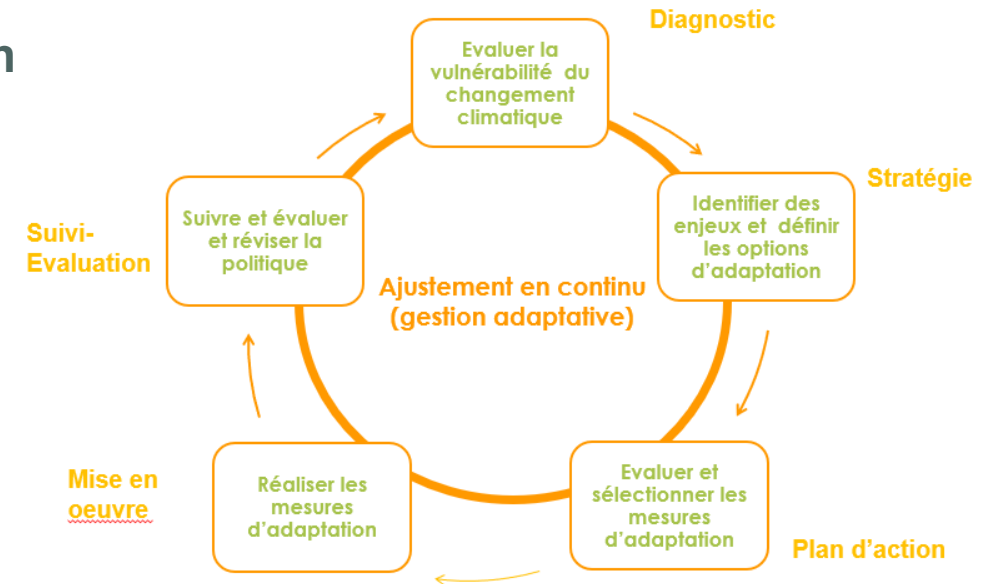
- **La vulnérabilité : un objet d'analyse complexe, un cadre conceptuel qui évolue**

Vulnérabilité : Degré de capacité d'un système de faire face ou non aux effets néfastes du changement climatique (y compris la variabilité climatique et les extrêmes climatiques)



Vulnérabilité :

Propension ou prédisposition à subir des dommages. La vulnérabilité englobe divers concepts ou éléments, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter.

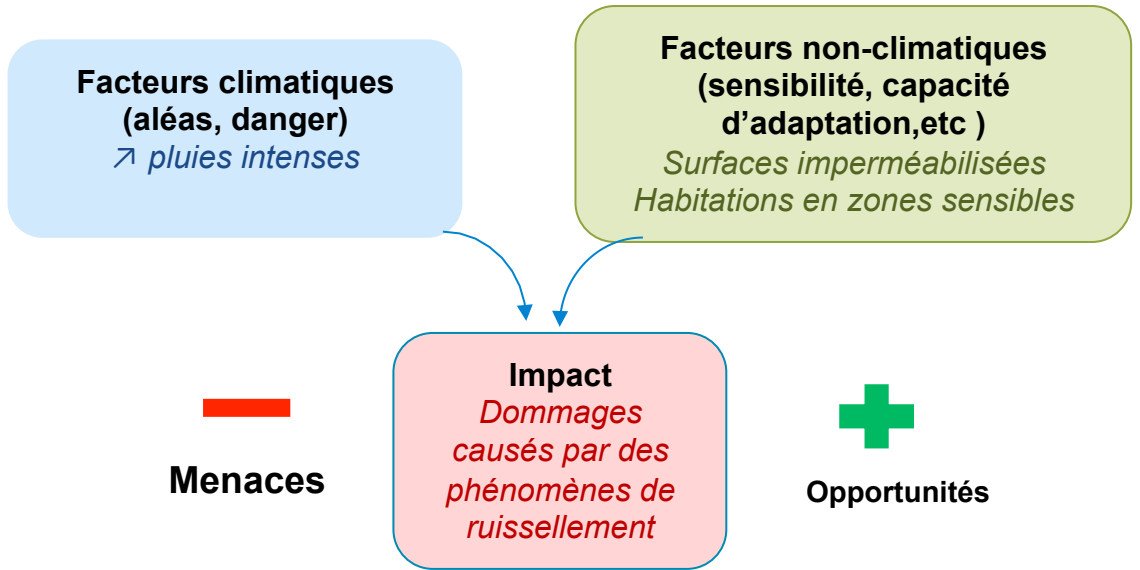


Du diagnostic de vulnérabilité...au diagnostic des impacts du CC

- **Pour faire simple :**
 - Les conséquences du changement climatique sur les systèmes naturels et humains dépendent de facteurs climatiques et de facteurs non-climatiques
 - Evaluer la vulnérabilité, les risques, les impacts... face au changement climatique, c'est analyser les facteurs climatiques et non-climatiques en cause
 - L'évaluation croisée de ces deux types de facteurs permet de hiérarchiser les impacts et définir des priorités d'adaptation

- **Des aléas climatiques aux impacts potentiels**

Evaluation des impacts



Hiérarchisation des impacts

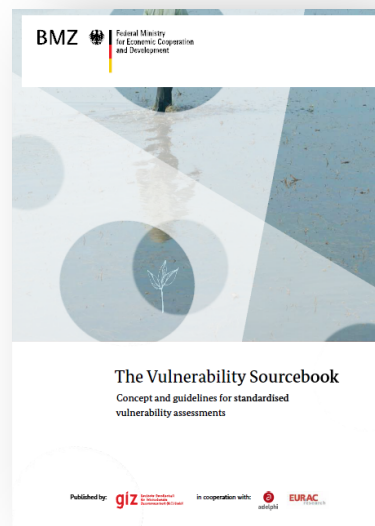
	Sensibilité faible (1)	Sensibilité moyenne (2)	Sensibilité forte (3)	Sensibilité très forte (4)
Exposition très forte (4)	4	8 Energie - Baisse de la demande en hiver /	12 Energie - Coupures fréquentes / Tourisme - Modification des paysages /	16
Exposition forte (3)	3	6	9 Ressources en eau - Baisse de la disponibilité de la ressource / Forêt - Déperissement / - E /	12 - AB /
Exposition moyenne (2)	2	4	6	8
Exposition faible (1)	1	2	3 Milieux et écosystèmes - Impact A /	4 thématique B - Impact B /

Les étapes clés du diagnostic des impacts du changement climatique



Pas de méthodologie réglementaire au niveau national pour appréhender les impacts du changement climatique mais de nombreux guides et outils permettant d'alimenter la démarche et de proposer un cheminement d'analyse logique :

- 1. Déterminer l'exposition du territoire aux évolutions climatiques observées**
- 2. Identifier les futurs climatiques et marges d'évolution du climat possibles**
- 3. Analyser la sensibilité du territoire aux évolutions climatiques passées et futures ainsi que les leviers d'adaptation ou les facteurs aggravants.**
- 4. Hiérarchiser les impacts et valider les enjeux prioritaires du territoire**



Les méthodes d'évaluation des impacts du changement climatique

- Une multitudes de démarches et de méthodes disponibles à l'international, en fonction des :
 - **Contexte** : Pays développés vs PED, ville vs rural, etc.
 - **Publics** : collectivité, entreprises, OPA, ONG, etc.
 - **Echelle** : nationale vs. locale
 - **Approche** : Qualitative vs quantitative
 - **Cibles** : territoires vs. secteurs/sous-secteurs
 - **Portée** : stratégie, politiques, programmes, plans, projets
 - **Finesse** : analyse succincte vs analyse approfondie, transversale vs ciblée
 - Etc.

- **Des efforts pour classer, catégoriser :**

- Compendium UNFCCC (2008) : + de 127 méthodes recensées
- Portail climadapt.eu
- Nombreux rapports/synthèses



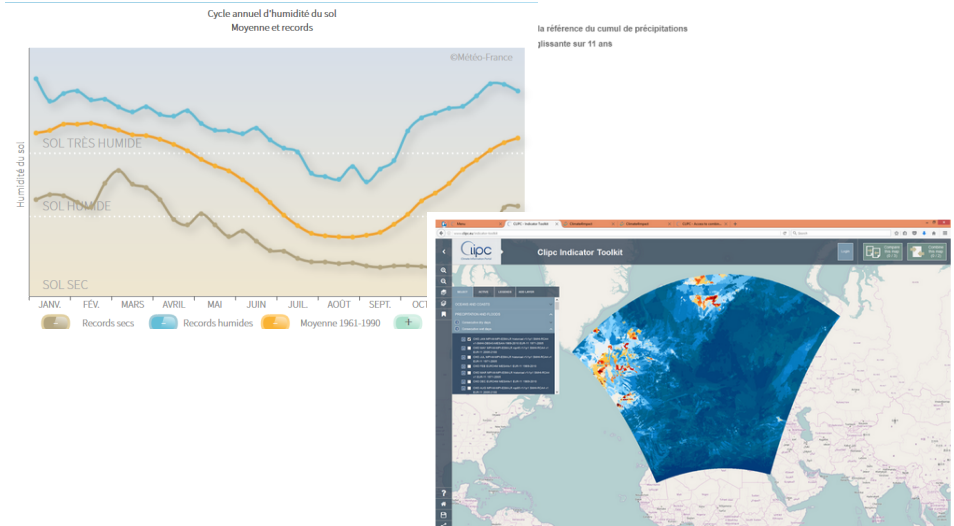
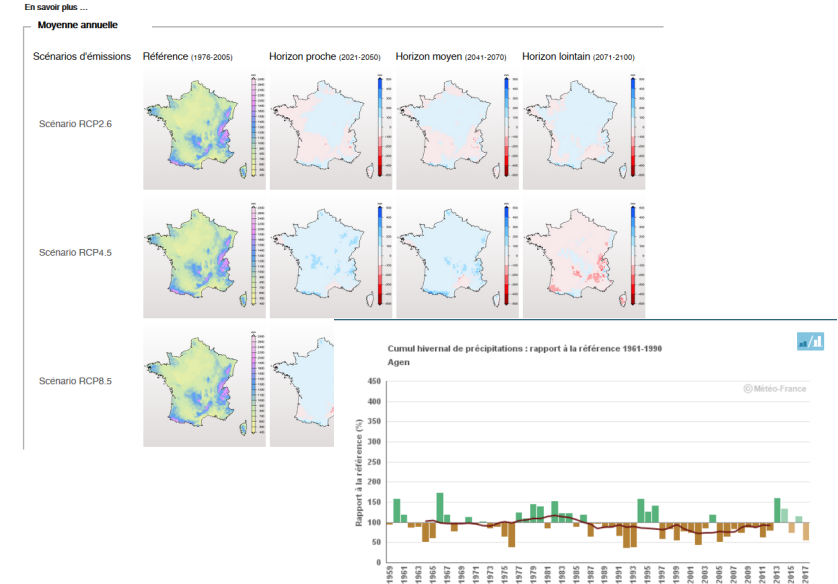
- **Le choix d'une méthode dépend :**

- Des objectifs de l'évaluation
- De la disponibilité des données et de la capacité à les analyser
- Des ressources et du temps disponibles

Les outils pour caractériser les évolutions du climat

Bases de données et services climatiques

-  Mise à disposition de projections régionalisées: données, indicateurs, cartes. Téléchargement de données
-  Mise à disposition de cartes et graphiques sur le climat observé et futur à l'échelle nationale et régionale (climat, aléas et impacts) . Synthèse du climat passé par stations d'observation.
-  Portail européen de données climatiques. Mise à disposition d'indices, de cartes, etc.
- **Observatoires Régionaux** : ORECC, ATMO Grand Est, etc.
- **Autres bases de données spécifiques** :
 - Agriculture : Oracle, Climat XXI, Agri4cast
 - Eau : Explore 2070, SWICA
 - Etc.



Exemple de méthode qualitative de (pré)diagnostic territorial

L'outil CACTUS (Climat-Adaptation-Changevements-Territoires-Usages)

Outil d'aide à la réflexion pour anticiper l'adaptation aux effets du changement climatique sur les territoires



LES PISTES CYCLABLES ET PIÉTONNES DE NOTRE TERRITOIRE

Le besoin de préserver les ressources naturelles et de limiter nos émissions de gaz à effet de serre exige de modifier notre manière de nous déplacer. Les déplacements doux comme la marche et le vélo sont des modes de déplacement plus durables qu'il est important de privilégier dans le contexte actuel de changement climatique.

EFFETS ATTENDUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- Réchauffement de l'atmosphère
- Réchauffement des océans
- Modification des précipitations
- Intensification des tempêtes
- Fonte des glaces

CONSÉQUENCES POSSIBLES

- Sécheresses et canicules
- Modification de la pluviométrie
- Erosion et salinisation des sols
- Inondation / submersion marine
- Dégâts matériels et humains

QUELLES QUESTIONS SE POSER ?

- Quelles sont les pistes cyclables et piétonnes vulnérables aux effets du changement climatique (inondation, érosion, fortes chaleurs) ?
- Ces effets sont-ils suivis ? Avec quelle périodicité ?
- Les revêtements utilisés sont-ils adaptés aux chaleurs extrêmes ? Si non, des matériaux plus performants peuvent-ils être utilisés (ex. revêtements réfléchissant les infrarouges, bitumes à point de ramollissement à chaleur élevée 75°C, matériaux naturels) ?
- Quel est le coût de la protection de ces pistes cyclables et piétonnes en comparaison de leur valeur économique et sociale ?
- Est-il nécessaire de démolir les pistes cyclables et piétonnes vulnérables, ou est-il possible de mettre en place un système de fermeture / déviation ponctuelle lors des événements à risque ? Dans ce cas, quel système de prévention et d'alerte faut-il mettre en place (signalisation harmonisée entre les communes : feux clignotants, barrière, alertes sonores etc.) ?
- Faut-il repenser le réseau existant des pistes cyclables et piétonnes ? Si oui, selon quels critères (flux, sites d'intérêt, etc.) décide-t-on de modifier les tracés existants de pistes cyclables et piétonnes : mise en place d'itinéraires de substitution ou mise en place d'aménagements sur les tracés actuels (pilotis, encoffrement...)?

EN SAVOIR PLUS

Les transports intelligents : modes actifs, transports partagés et alternatifs

REZO POUCE, le réseau d'autostop organisé en France

SOLAROAD, la 1ère piste cyclable solaire aux Pays-Bas

Changement climatique : et si les villes étaient plus ambitieuses que les États ?

TÉLÉCHARGEMENTS

- Qu'est ce qu'un plan de déplacements urbains ?

RETROUVEZ AUSSI

- Transports
- Axes de circulation
- Aires de stationnement
- Énergies



- PNR du Golfe du Morbihan
- Lauréat des trophées ADEME 2014 catégorie « Méthodes de conception et de mise en œuvre des politiques publiques »
- CACTUS est principalement destiné aux collectivités et aux élus qui souhaitent mener des actions pour s'adapter au changement climatique actuel et à venir.
- Un arbre à plusieurs branches avec plusieurs entrées possibles : ACTIVITES, ESPACES, PROJETS
- Les « branches » permettent d'accéder à des fiches spécifiques (55 au total)
 - Effets attendus du changement climatique
 - Conséquences possibles
 - Liste de questions (abordant des aspects politiques, économiques, sociaux, environnementaux et techniques) pour explorer des pistes d'adaptation

Exemple de méthode de semi-quantitative diagnostic territorial

Impact'Climat

- **Objectif**

Conçu pour les collectivités qui souhaitent engager ou optimiser leur réflexion sur l'adaptation au changement climatique, Impact'Climat propose un cadre permettant de structurer un diagnostic des aléas climatiques. L'utilisateur renseigne des données dans un tableur Excel qui calcule les résultats au fur et à mesure. L'objectif final est d'identifier les priorités à intégrer dans le futur PCET, mais aussi dans des documents d'urbanisme et de planification tels que le SCoT ou le PLU.

- **Méthodes et outils**

- Outil Excel
- Guide utilisateur

- **Niveau d'application**

- Régional, départemental, local

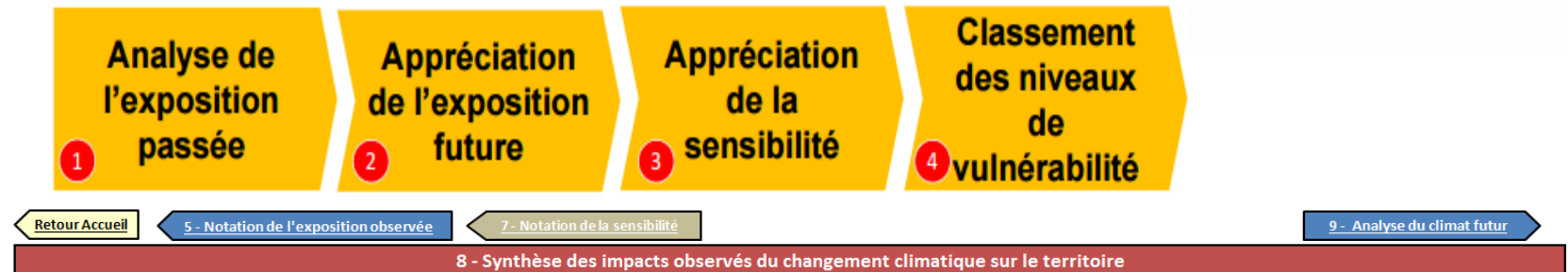
- **Cas d'utilisation**

- Nombreux cas d'utilisation en France

- **Plus d'information**

www.ademe.fr

Un cheminement en 4 étapes



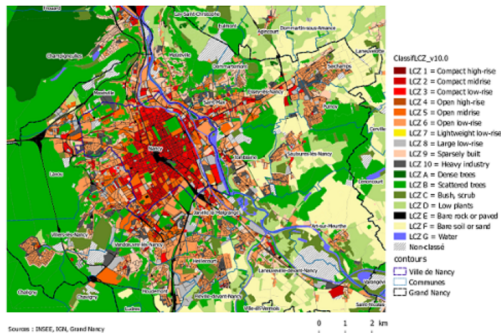
	Sensibilité faible (1)	Sensibilité moyenne (2)	Sensibilité forte (3)	Sensibilité très forte (4)
Exposition forte (3)	3	6 Energie - Baisse de la demande en hiver /	9 Ressources en eau - Baisse de la disponibilité de la ressource / Energie - Coupures fréquentes /	12
Exposition moyenne (2)	2	4	6 Forêt - Dépérissement / Tourisme - Modification des paysages / - E /	8 thématique B - Impact B / - AB /
Exposition faible (1)	1	2	3 Milieux et écosystèmes - Impact A /	4

Source : ADEME.

Exemple de méthode quantitative /modélisation des impacts

Projet « DIACLIMAP »

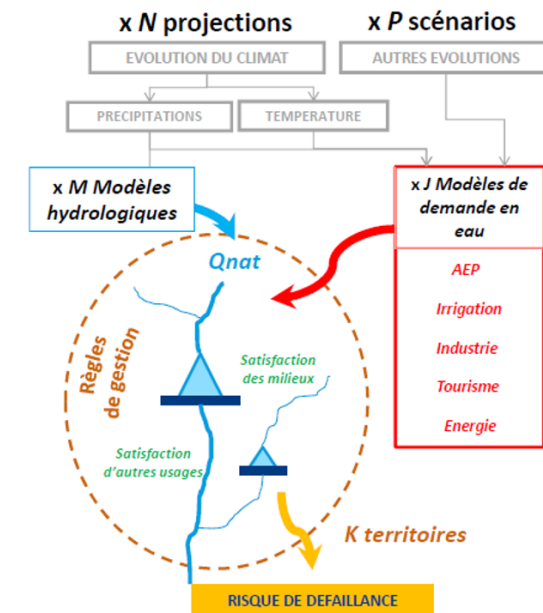
- **Objectif** : Identifier la vulnérabilité des quartiers au phénomène d'îlot de chaleur urbain
- **Approche**:
 - Méthode semi-automatisée de cartographie de la ville en zones climatiques locales (LCZ)
 - Un modèle statistique fournissant des indicateurs de potentiel d'ICU localisé.
 - Une base d'indicateurs multithématiques et les méthodes de calcul associées pour caractériser la vulnérabilité des quartiers (démographie, qualité de l'air, etc.)



Classification des LCZ du Grand Nancy

Projet R2d2 (Risque, Ressource en Eau et gestion durable de la Durance en 2050)

- **Objectif** : élaborer une vision prospective de la gestion de l'eau à partir de projections climatiques, socio-économiques et hydrologiques
- **Approche** : scénarios, chaîne de modélisation et ensemble multi-modèles



Exemple de méthode d'évaluation économique

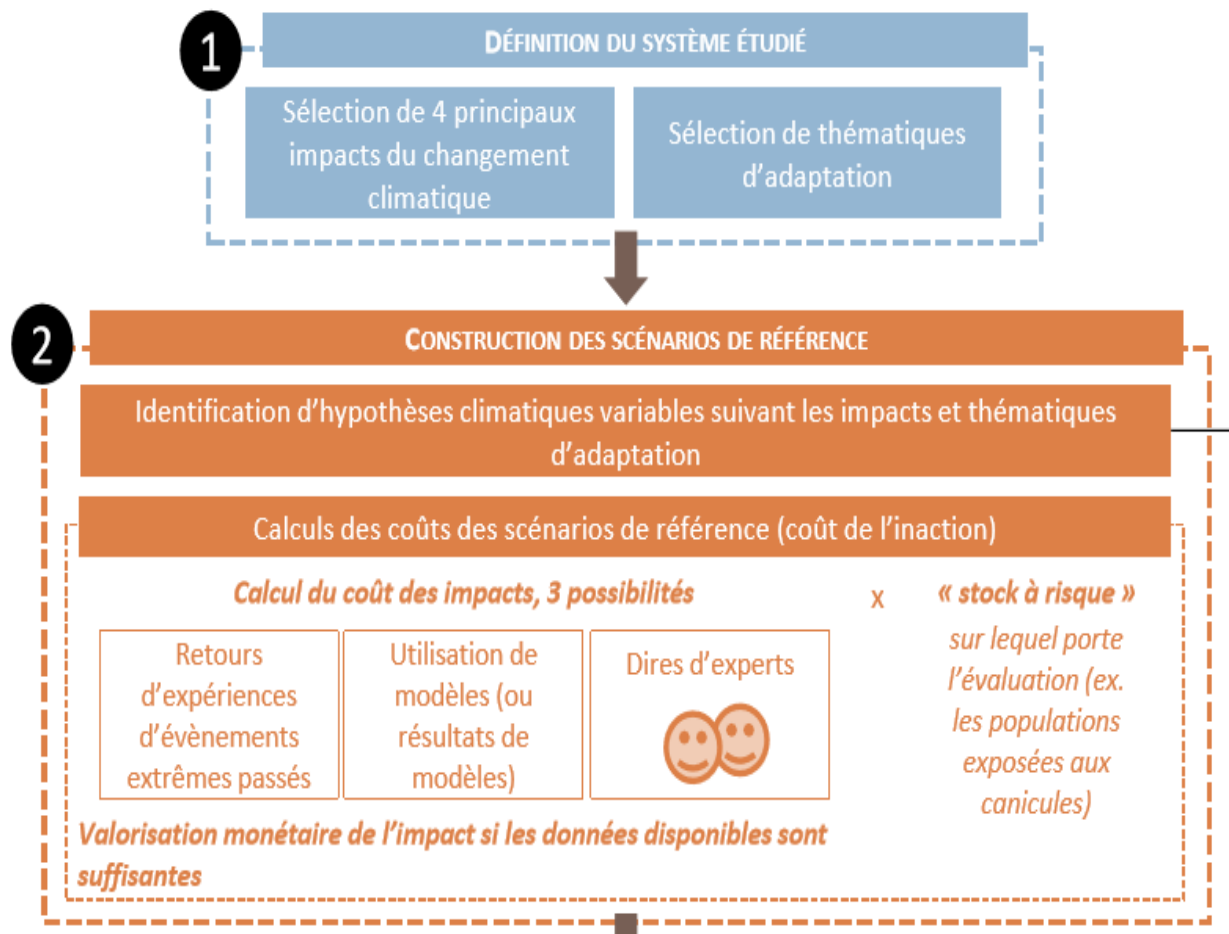
Evaluer le coût des impacts du changement climatique en l'absence d'adaptation

- **Objectif :**

- monétariser les effets du CC
- Apporter des éléments d'objectivation et d'aide à la hiérarchisation des impacts et des enjeux

- **Des travaux qui se sont développés suite au Rapport Stern avec certaines limites:**

- Lourd et complexe à mettre en œuvre
- Incertitudes des modèles climatiques
- L'évaluation des biens non marchands (difficulté liée à l'estimation de la valeur des écosystèmes par exemple)
- La prise en compte des événements extrêmes,
- Le taux d'actualisation retenu



Etudes menées par le CR NPDC (2012), L'agglomération Havraise (2012) ou encore la CU du Grand Paris Seine et Oise (2018)

GPS&0 : Inondation + 1,9M€/an pour la crue centennale ;
RGA : + 0,1-0,8 M€/an

2. Les méthodes d'évaluation ex-ante et ex-post des mesures d'adaptation

Evaluer la « performance » d'une mesure d'adaptation ?

- **L'évaluation de l'adaptation = sujet de recherche très dynamique**
- **L'adaptation est différente des autres politiques/actions → défis pour l'évaluation ex-ante et ex-post de la performance**
 - **Temps long et inertie** : beaucoup des effets de l'adaptation ne seront perceptibles qu'à long terme. Comment évaluer ses effets avant que les changements ne soient subis ? Incertitudes
 - **Dimension multifactorielle** : comment attribuer l'évitement ou la réduction d'un impact à la mesure elle-même comparativement aux facteurs externes climatiques et non-climatiques?
 - Comment mesurer **l'efficacité** d'une mesure, du niveau d'adaptation d'un territoire ? Il n'existe pas d'unité de mesure ou d'indicateur « unique » et « universel » pour mesurer le « succès » de l'adaptation.
- **L'adaptation comme « processus » plutôt que comme « état » est souvent plus facile à suivre et évaluer**

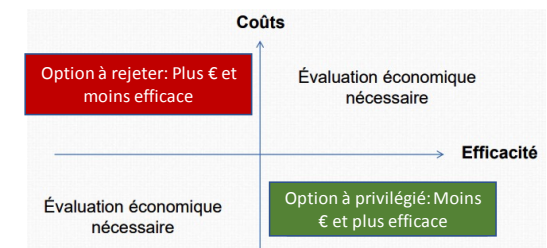
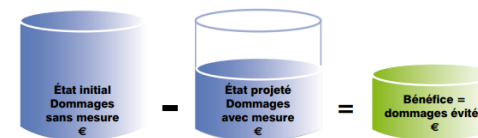
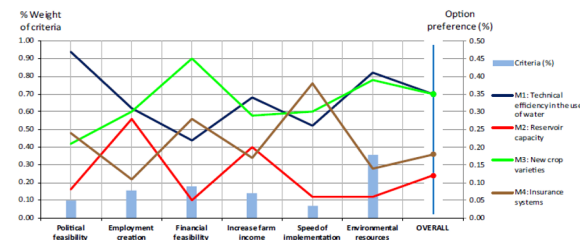


Méthodes d'évaluation ex-ante des actions d'adaptation

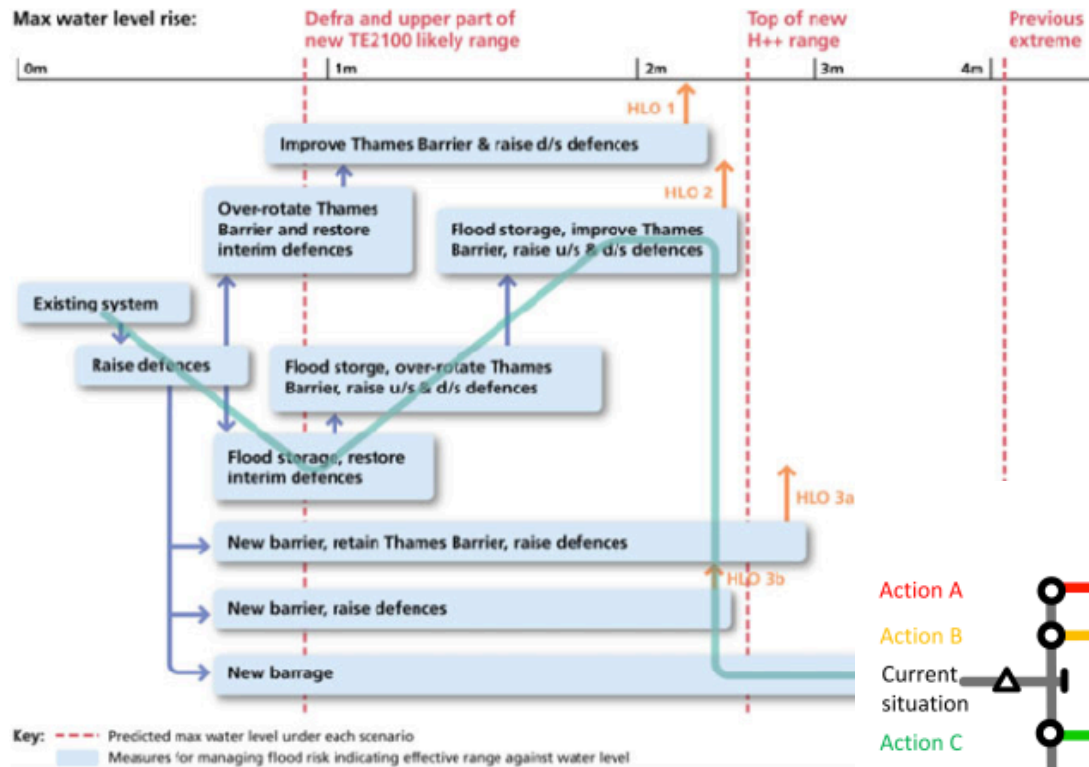
- ▶ **Pas de méthode unique** pour choisir les actions d'adaptation
- ▶ **Parmi les outils d'aide à la décision les plus répandus :**
 1. L'analyse multicritères (AMC)
 2. Les analyses économiques
 - L'analyse coût-bénéfice (ACB) / couplée à une analyse des coûts de l'inaction
 - L'analyse coût-efficacité (ACE)
 3. La méthode des trajectoires (adaptation pathways)

Comparaison entre méthodes d'évaluation ex-ante

Méthode d'évaluation	Analyse multicritères	Analyse coût-bénéfice	Analyse coût-efficacité
Objectifs	Pour choisir une option en prenant en compte plusieurs critères (pas seulement éco)	Comparer différentes alternatives sur la base du ratio coût/bénéfices actualisés	Retenir l'option la moins coûteuse par rapport à un indicateur de résultats (ex. : le m3 de surplus d'eau pluviale).
Concepts clés	Critères multiples Pondération Notation	Coût monétaire et bénéfice Taux d'actualisation	Coût-efficacité Efficience économique
Principe	Le coût est un des critères. La décision s'effectue autour de plusieurs critères	Les bénéfices (coûts évités) doivent excéder les coûts de l'action pour que l'intervention soit rentable. Les coûts et bénéfices doivent être quantifiables de façon monétaire	L'option la moins coûteuse pour l'objectif est la solution choisie
Avantages	Vision globale des avantages de chaque projet, prise en compte de critères qualitatifs et quantitatifs	Vision simple et globale des coûts et bénéfices (ratios). Bien connue	Comparaison possible entre projet, dont ceux avec objectifs non évaluables (sociaux)
Limites	Choix des critères et pondération parfois difficile, effort de collecte des données	Nécessite des courbes de dommages, taux d'actualisation, chronophage	Nécessite un métrique homogène (difficile par l'adaptation)



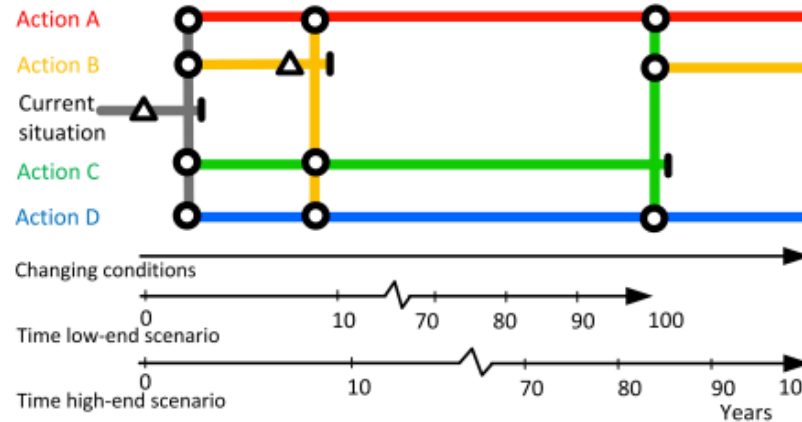
Evaluation de la performance des actions d'adaptation en fonction de seuils d'impacts



Thames Estuary 2100

Deltares Pathways

Adaptation Pathways Map



- Transfer station to new policy action
- | Adaptation Tipping Point of a policy action (Terminal)
- Policy action effective
- △ Decision node

Costs and benefits of pathways

Time horizon 20 years			
Time horizon 50 years			
Time horizon 100 years			
Pathway	Costs	Benefits	Co-benefits
1	+++	+	0
2	+++++	0	0
3	+++	0	0
4	+++	0	0
5	0	0	-
6	++++	0	-
7	+++	0	-
8	+	+	---
9	++	+	---

Pathways that are not necessary in low-end scenario

Planification dynamique de l'adaptation

Outil Objectif Climat module « Trajectoire »

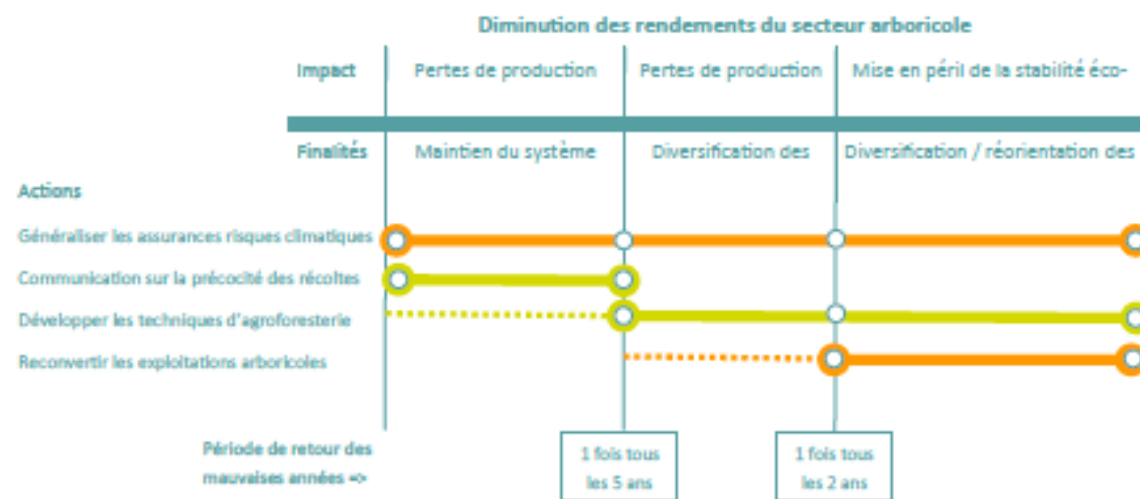
- Questionnements clés :

- Quels sont nos **objectifs d'adaptation** face au changement climatique ? Comment concilier évolution incertaine de ses impacts et exercice de planification ?
- Jusqu'à quelle **ampleur/quel degré** de changements (climatiques) nos systèmes / modes de gestion actuels vont-ils **pouvoir faire face** ? Notre stratégie d'adaptation **reste-t-elle efficace**
- De **quelles options** dispose-t-on aujourd'hui ? Y a-t-il des **alternatives ou des bifurcations** possibles ?



CHANGEMENT CLIMATIQUE

TERRITOIRE ROBUSTE



Méthode de suivi et d'évaluation ex-post

Objectif'Climat Module « Suivi-Evaluation »

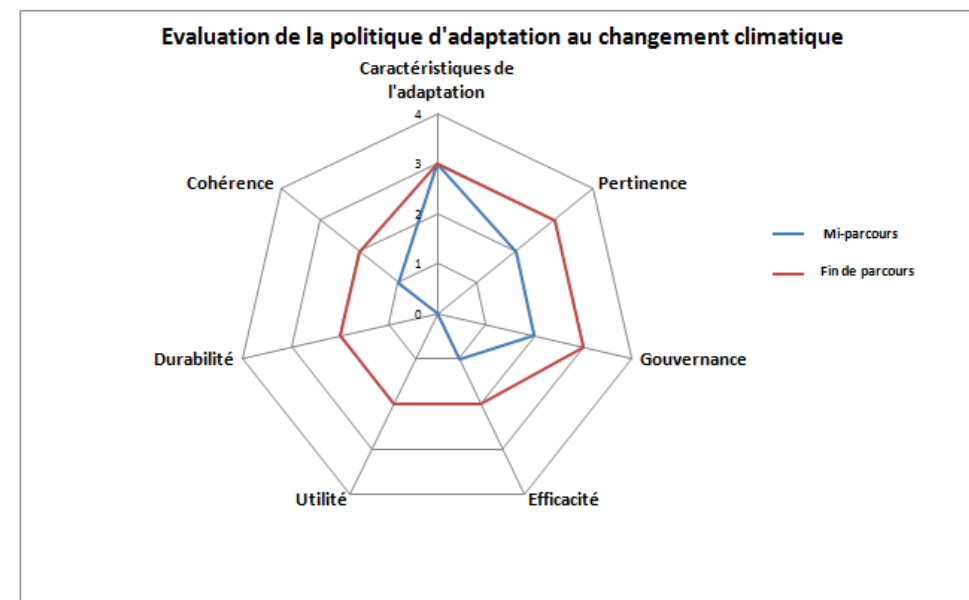
- Guide et tableur pour :
 - Structurer la **stratégie** et le **plan d'action**
 - Assurer le **suivi** de la mise en œuvre
 - **Evaluer** la stratégie et le plan



CRITÈRE : CARACTÉRISTIQUE DE L'ADAPTATION

La politique locale d'adaptation prend-elle en compte les grands principes de l'adaptation au changement climatique ?

Thématique	Sous-thématique	Exemples de questions évaluatives
GESTION ADAPTATIVE	Robustesse à l'incertitude	Dans quelle mesure la politique locale d'adaptation et ses actions tiennent-elles compte des incertitudes liées au changement climatique ? Les objectifs poursuivis et les mesures mises en œuvre sont-ils efficaces sous les différents scénarios de changement climatique mis en évidence pour le territoire ?
	Progressivité/flexibilité/réversibilité dans le temps	La politique mise en œuvre peut-elle être ajustée ou réorientée à des coûts acceptables en fonction de l'évolution du climat et du développement des connaissances scientifiques ?
	Stratégies et mesures sans-regret	La politique permet-elle de réduire la vulnérabilité au changement climatique tout en ayant des bénéfices immédiats, et ce indépendamment des évolutions futures du climat ?



3. Recommendations et conclusions

- Demande forte **d'outils et de méthodes** pour asseoir la prise de décision
 - Besoin de recherche mais surtout **d'opérationnaliser** les fruits de la recherche
 - Une **expertise technique externe** pointue est souvent nécessaire
 - **Appropriation** par les destinataires et les décideurs
- Dimensionner le **diagnostic des impacts** en fonction des objectifs d'adaptation
 - Attention aux **diagnostics sur-ou sous-dimensionnés** par rapport aux besoins
 - Quel est le bon **niveau de précision** par rapport aux objectifs visés : élaboration d'une stratégie locale d'adaptation vs. concevoir une infrastructure ?
 - Procéder par **étape** : du global au particulier
- Le **diagnostic** n'est pas « **statique** »
 - Un diagnostic n'apportera pas une **information parfaite** pour les 10 ou 20 prochaines années. Le climat change, la vulnérabilité socio-économique est elle-même en évolution.
 - Besoin de **révision continue**



- L'évaluation est un **enjeu de recherche et de développement méthodologique** important
- Les besoins en **outils, référentiels et bonnes pratiques** augmentent avec le passage à l'action d'un nombre croissant d'acteurs et de territoires (PCAET)
- Nécessité de développer des « **métriques** » **opérationnels pour l'adaptation** combinés à des systèmes de « **MRV** » dédiés
- Nécessité de **combler le « gap »** entre la théorie et la pratique (cf. trajectoires)



Merci de votre attention

