



CLIMATE CHANGE  
RESILIENCE FRAMEWORK  
FOR HEALTH SYSTEMS AND  
HOSPITALS

**EU LIFE RESYSTAL**  
**Programme de formation 1**

2023



CADRE DE RÉSILIENCE AU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE  
POUR LES SYSTÈMES DE  
SANTÉ ET LES HÔPITAUX

# 1. Agenda & Démarrage

# Introduction

**Contexte et objectifs** : Ce programme de formation est une initiative des partenaires techniques du projet LIFE RESYSTAL, pour **sensibiliser les personnels des hôpitaux aux impacts du changement climatique sur les infrastructures de santé** et les accompagner dans la réalisation d'un diagnostic les impacts du changement climatique sur leur(s) établissement(s) et co-construire un ou des plan(s) d'action d'adaptation.

Cette première formation vise à **tester les méthodologies et outils développés par le projet LIFE RESYSTAL** avant leur finalisation durant le premier semestre 2024. Une deuxième session de formation à l'utilisation des outils pourra être organisée courant 2024.

**Participants ciblés** : Personnel des hôpitaux pilotes (cadres administratifs, services techniques, qualité et gestion des risques) du projet LIFE RESYSTAL

**09h00 - 09h15**

### **1. Démarrage**

Tour de table

Activité brise-glace (sur le thème des infrastructures hospitalières résilientes)

**09h15 - 10h00**

### **2. Introduction aux défis de l'adaptation climatique pour les établissements de santé**

Enjeux, risques et impacts pour le secteur de la santé et les établissements de santé

**10h00 - 11h00**

### **3. Présentation des outils et méthodologie du projet**

« Boite à outils » du projet LIFE RESYSTAL

11h00 - 11h15

PAUSE

**11h15 - 12h30**

### **4. Atelier 1 : Tester l'outil de diagnostic des risques climatiques**

12h30 - 13h30

PAUSE DÉJEUNER

**13h30 - 14h30**

**5. Présentation de stratégies et démarche pour l'adaptation au changement climatique des établissements de santé**

Solutions mises en œuvre par des établissements de santé

**14h30 - 17h00**

**6. Atelier 2 : Priorisation d'actions et élaboration de trajectoires d'adaptation**

Session collaborative portant sur la définition des niveaux de risque, des objectifs d'adaptation, des mesures d'adaptation et la co-construction de trajectoires d'adaptation

**17h00 - 17h30**

**7. Conclusion et prochaines étapes**



CADRE DE RÉSILIENCE AU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE  
POUR LES SYSTÈMES DE  
SANTÉ ET LES HÔPITAUX

# Atelier d'accompagnement à l'adaptation au changement climatique des établissements de santé

## 1. Démarrage

# Introduction

**Contexte et objectifs :** Ce programme est une initiative des partenaires techniques du projet LIFE RESYSTAL, pour **sensibiliser les personnels des hôpitaux aux impacts du changement climatique sur les infrastructures de santé** et les accompagner dans la réalisation d'un diagnostic les impacts du changement climatique sur leur(s) établissement(s) et co-construire un ou des plan(s) d'action d'adaptation.

Cette première formation vise à **tester les méthodologies et outils développés par le projet LIFE RESYSTAL** avant leur finalisation durant le premier semestre 2024. Une deuxième session de formation à l'utilisation des outils pourra être organisée fin 2024.

**Participants ciblés :** Personnel des hôpitaux pilotes (cadres administratifs, services techniques, qualité et gestion des risques) du projet LIFE RESYSTAL

**09h00 - 09h15**

### **1. Démarrage**

Tour de table

Activité brise-glace (sur le thème des infrastructures hospitalières résilientes)

**09h15 - 10h00**

### **2. Introduction aux défis de l'adaptation climatique pour les établissements de santé**

Enjeux, risques et impacts pour le secteur de la santé et les établissements de santé

**10h00 - 11h00**

### **3. Présentation des outils et méthodologie du projet**

« Boîte à outils » du projet LIFE RESYSTAL

11h00 - 11h15

PAUSE

**11h15 - 12h30**

### **4. Atelier 1 : Tester l'outil de diagnostic des risques climatiques**

12h30 - 13h30

PAUSE DÉJEUNER

**13h30 - 14h30**

**5. Présentation de stratégies et démarche pour l'adaptation au changement climatique des établissements de santé**

Solutions mises en œuvre par des établissements de santé

**14h30 - 17h00**

**6. Atelier 2 : Priorisation d'actions et élaboration de trajectoires d'adaptation**

Session collaborative portant sur la définition des niveaux de risque, des objectifs d'adaptation, des mesures d'adaptation et la co-construction de trajectoires d'adaptation

**17h00 - 17h30**

**7. Conclusion et prochaines étapes**

# Introduction des participants

Chaque personne se présente et répond à l'une des questions suivantes :

1. Êtes-vous d'accord avec l'adage "il n'y a plus de saisons" ?
2. Avez-vous déjà été personnellement impacté par certaines manifestations du changement climatique ?
3. Pensez-vous qu'il est compliqué de parler d'adaptation au changement climatique ?
4. Comment votre hôpital tente-t-il de s'adapter au changement climatique ?
5. Pensez-vous que votre hôpital dispose actuellement des ressources nécessaires pour s'adapter au changement climatique ?



CADRE DE RÉSILIENCE AU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE  
POUR LES SYSTÈMES DE  
SANTÉ ET LES HÔPITAUX

## **2. Introduction aux défis de l'adaptation au changement climatique dans les centres hospitaliers**

# Evacuation de l'Hopital Woodhull de Brooklyn due à une tempête

Septembre 2023



Rue inondée à Williamsburg, New-York, septembre 2023.  
(Photo de Fatih Aktas/Anadolu Agency via Getty Images)



Spectrum News NY1

<https://www.ny1.com> › 2023/10/01

## Woodhull Hospital patients evacuated after flooding

30 sept. 2023 — What You Need To Know. Flooding from Friday's **storm** damaged Woodhull **Hospital's** electrical system, forcing the **hospital** to use a backup ...

## Report des opérations à l'hôpital de Milton Keynes en raison d'une canicule

Juillet 2022



Lors d'un match de cricket, un spectateur reçoit de l'eau de la part des secouristes alors que les températures sont très élevées. Chester-Le-Street, Royaume-Uni.

Photo par Action Images



The Independent

<https://www.independent.co.uk> > h... ⋮

### Hospital cancels surgeries due to 'significant heatwave ...

15 juil. 2022 — **Hospital** surgeries have made the decision to cancel surgeries **due** to “very high temperatures” after the Met Office issued its first red ...

## Fermeture du CH de Saint-Affrique due à une inondation

Novembre 2014



Personnel hospitalier de St-Affrique réparant les dommages causés par les inondations. Photo de DDM



Midi Libre

<https://www.midilibre.fr> > Aveyron > Millau

### Saint-Affrique/Inondations : les patients de l'hôpital évacués

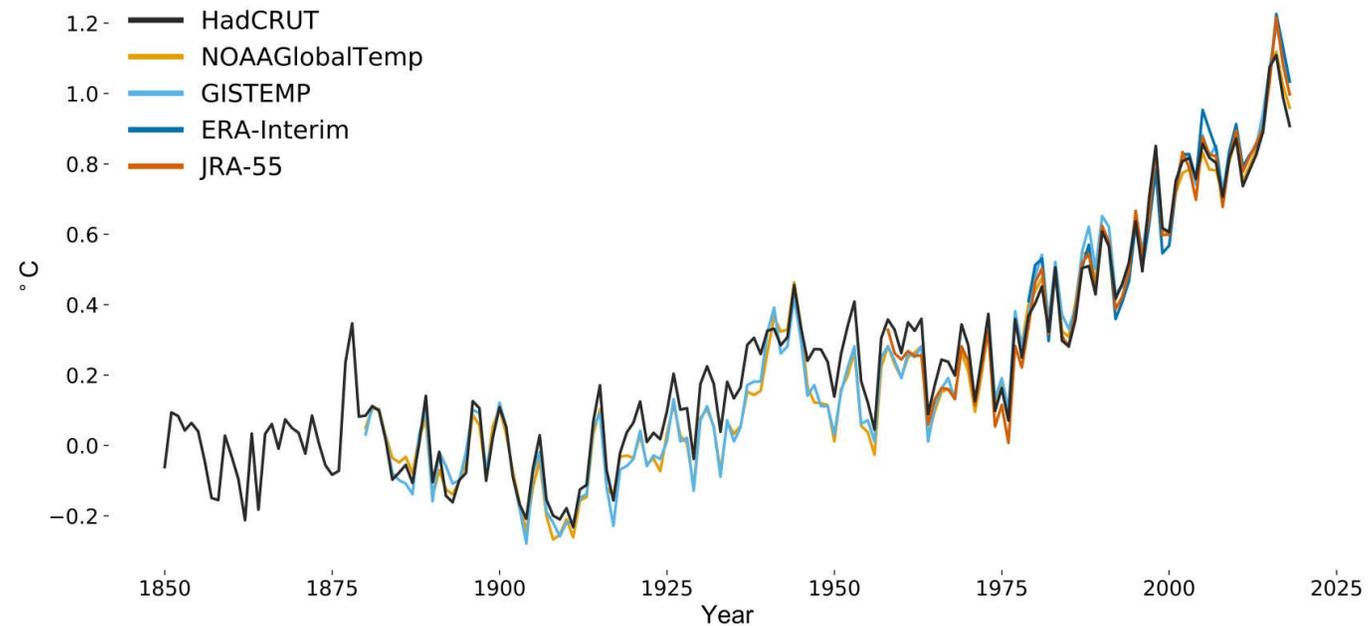
Vingt-six ambulances ont été envoyées par l'ARS pour évacuer sur d'autres **hôpitaux** de l'Aveyron les malades les plus fragiles." Trente malades ...

**Pourquoi ?**

# Des températures à la hausse ...

 Met Office

Global mean temperature difference from 1850-1900 ( ° C)

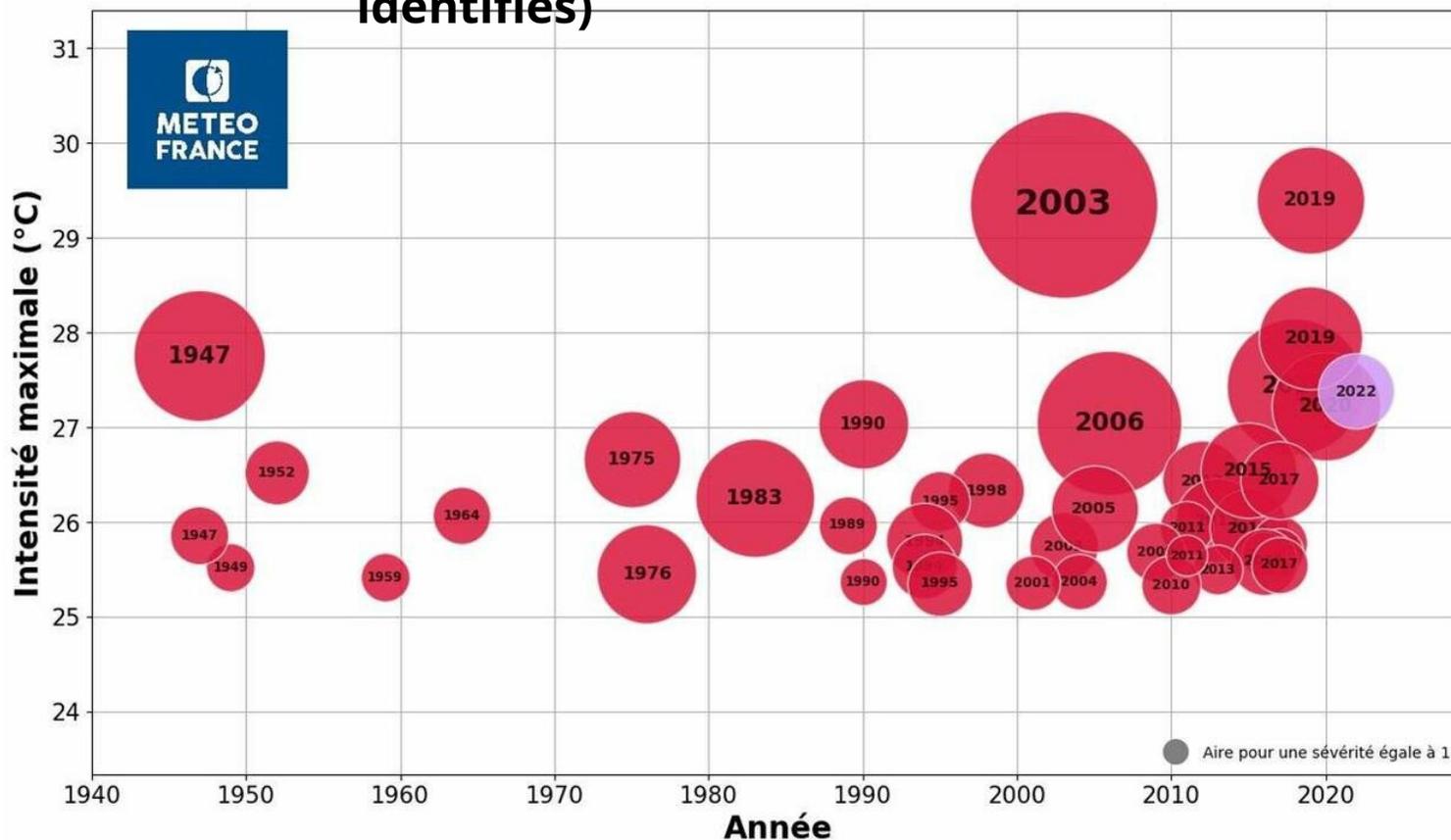


Différence de températures moyennes mondiales, par rapport à la référence de 1850-1900, pour les 5 principales données climatiques mondiales

© Crown copyright, Met Office

En France :

## Vagues de chaleur\* observées en France de 1944 à 2022 (44 épisodes identifiés)



Sur les périodes estivales de **2014 à 2022**, sur l'ensemble des départements métropolitains :

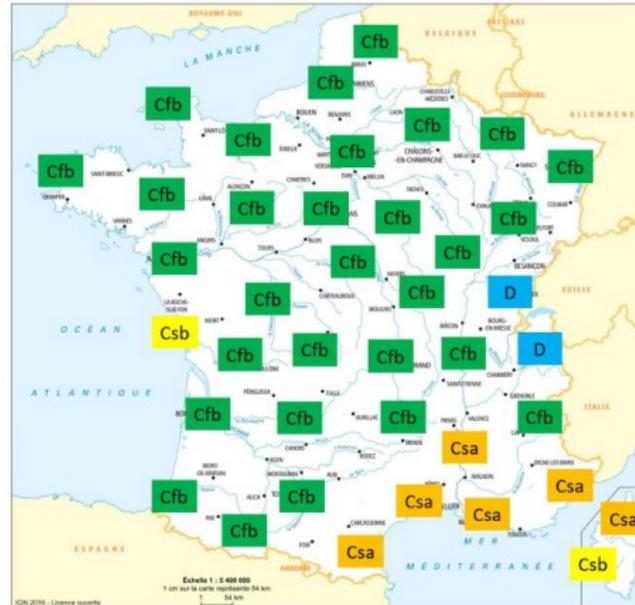
Près de 33 000 décès sont attribuables à la chaleur entre le 1er juin et le 15 septembre de chaque année, dont **23 000 décès de personnes âgées de 75 ans et plus.**

- \*Vagues de chaleur si :
- Au moins 3 jours au-dessus de 23,4 °C
  - Au moins 1 fois 25,3 °C

# Evolution des types de climat en France

Observé  
Moyennes  
1958-1987

- D Montagnard
- Cfb Breton
- Csb Charentais
- Cfa Danubien
- Csa Méditerranéen
- BSh Sicilien
- Cwb Mexicain
- Cwa Subtropical
- BSk Sarde
- BW Tunisien



<https://www.drias-climat.fr/document/Koppen-France-meteorologie.pdf>

Type	Nom (indicatif)	Caractéristiques
<span style="background-color: #00a0e3; color: white; padding: 2px;">D</span>	Montagnard	Tempéré à hiver froid (influences continentales)
<span style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">Cfb</span>	Breton	Tempéré à été frais sans saison sèche
<span style="background-color: #ffff00; color: black; padding: 2px;">Csb</span>	Charentais	Tempéré à été frais et sec
<span style="background-color: #006400; color: white; padding: 2px;">Cwb</span>	<i>Mexicain (*)</i>	<i>Tempéré à été frais et saison sèche hivernale</i>
<span style="background-color: #006400; color: white; padding: 2px;">Cfa</span>	Danubien	Tempéré à été chaud sans saison sèche
<span style="background-color: #ffa500; color: black; padding: 2px;">Csa</span>	Méditerranéen	Tempéré à été chaud et sec
<span style="background-color: #c07040; color: white; padding: 2px;">Cwa</span>	<i>Subtropical (*)</i>	<i>Tempéré chaud et saison sèche hivernale</i>
<span style="background-color: #ff0000; color: white; padding: 2px;">BSk</span>	Sarde	Semi aride frais
<span style="background-color: #d9534f; color: white; padding: 2px;">BSh</span>	Sicilien	Semi aride chaud
<span style="background-color: #6a3d9a; color: white; padding: 2px;">BW</span>	<i>Tunisien (*)</i>	<i>Arde et chaud</i>

Observé  
Moyennes  
1988-2017

- D Montagnard
- Cfb Breton
- Csb Charentais
- Cfa Danubien
- Csa Méditerranéen
- BSh Sicilien
- Cwb Mexicain
- Cwa Subtropical
- BSk Sarde
- BW Tunisien

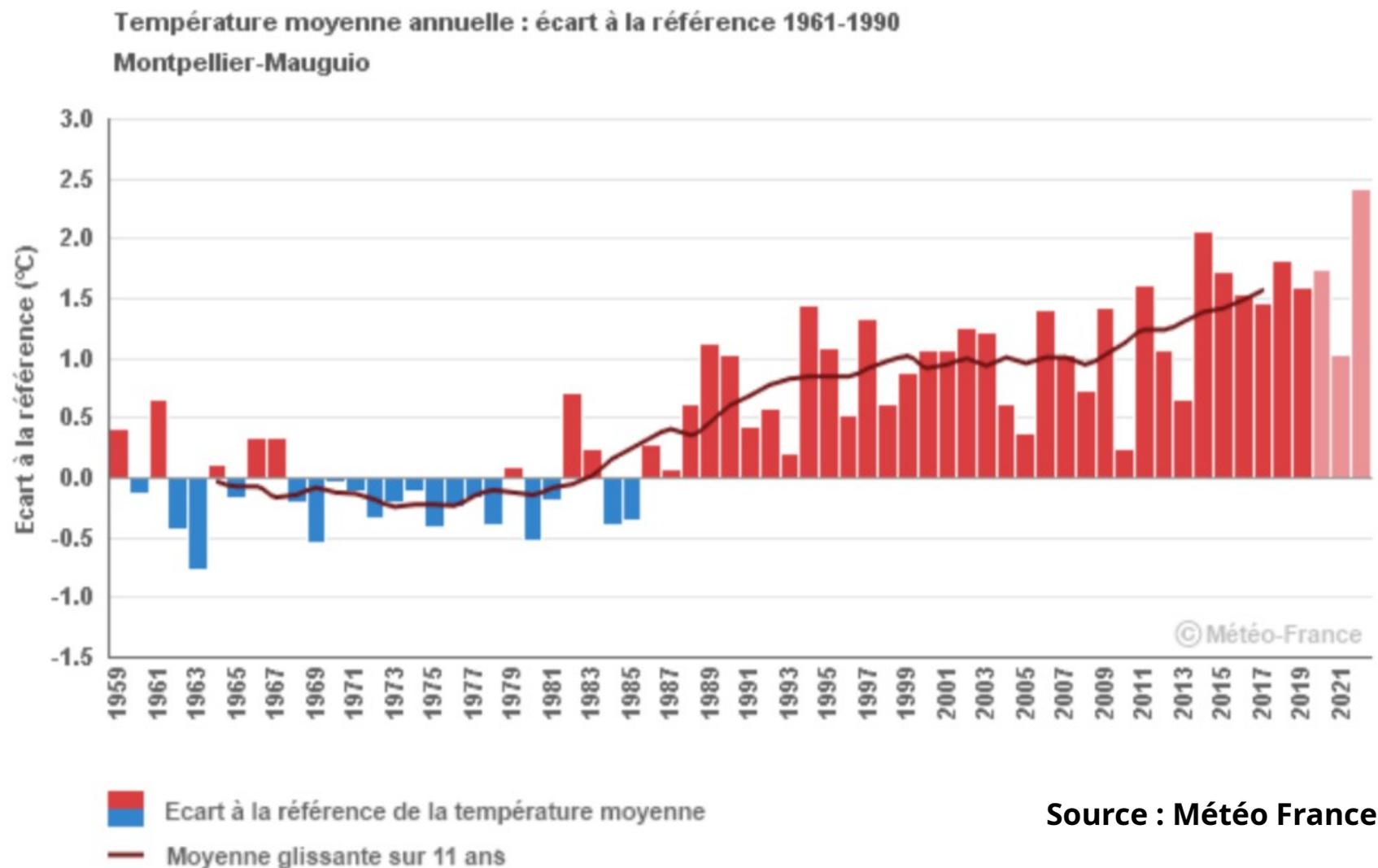


# Evolution des types de climat en France

<https://www.drias-climat.fr/document/Koppen-France-meteorologie.pdf>



# Proche de Millau...



Source : Météo France

# Quelques notions basiques

## Quelle différence entre Météo et Climat ?

### Météo

La météo est l'évaluation du temps qu'il fait ou qu'il va faire à **très court terme**. Elle se définit par des valeurs instantanées et locales de la température, des précipitations, de la pression, de la nébulosité etc.

### Climat

Le climat peut être défini comme étant les conditions moyennes qu'il fait dans un endroit donné calculées d'après les observations d'**au moins 30 ans**. Il est donc caractérisé par des valeurs moyennes, mais également par des variations et des extrêmes.

# Météo

# Climat

## Météo

“Le temps qu’il fait” en un jour et lieu donné

## Variabilité climatique

Écarts à la moyenne climatique, variations sur le court terme (annuelles)

## Changement climatique

Variations du climat sur le long terme (multi-décennales et séculaires)

Jours

Mois

Années

Décennies

Siècles

Pluie

Canicules  
Cyclones

Saison humide/  
sèche

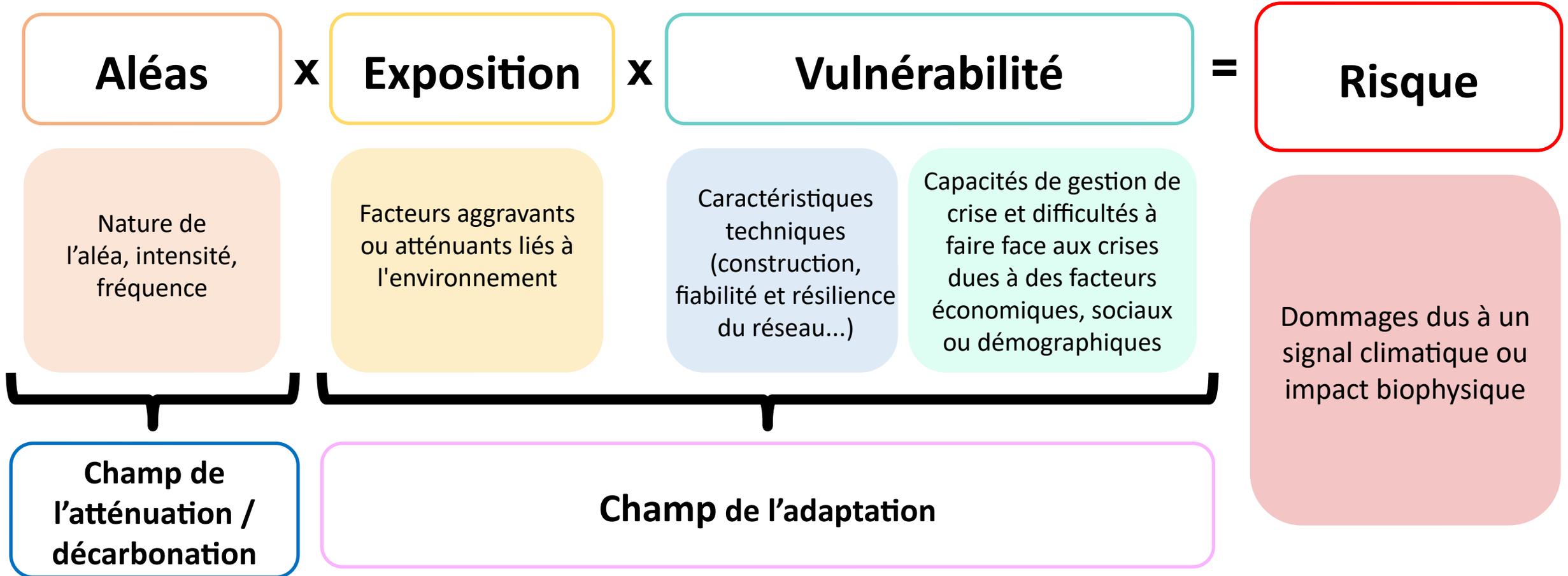
El Niño

Oscillation Décennale  
du Pacifique (ODP)

Réchauffement  
global

Élévation  
du niveau  
de la mer

# Qu'est-ce que le risque ?



## **Exposition**

Il s'agit de la présence de personnes et de ressources dans un lieu à risque.

## **Vulnérabilité**

Elle englobe la sensibilité et l'incapacité à faire face ou à s'adapter.

## Face au changement climatique

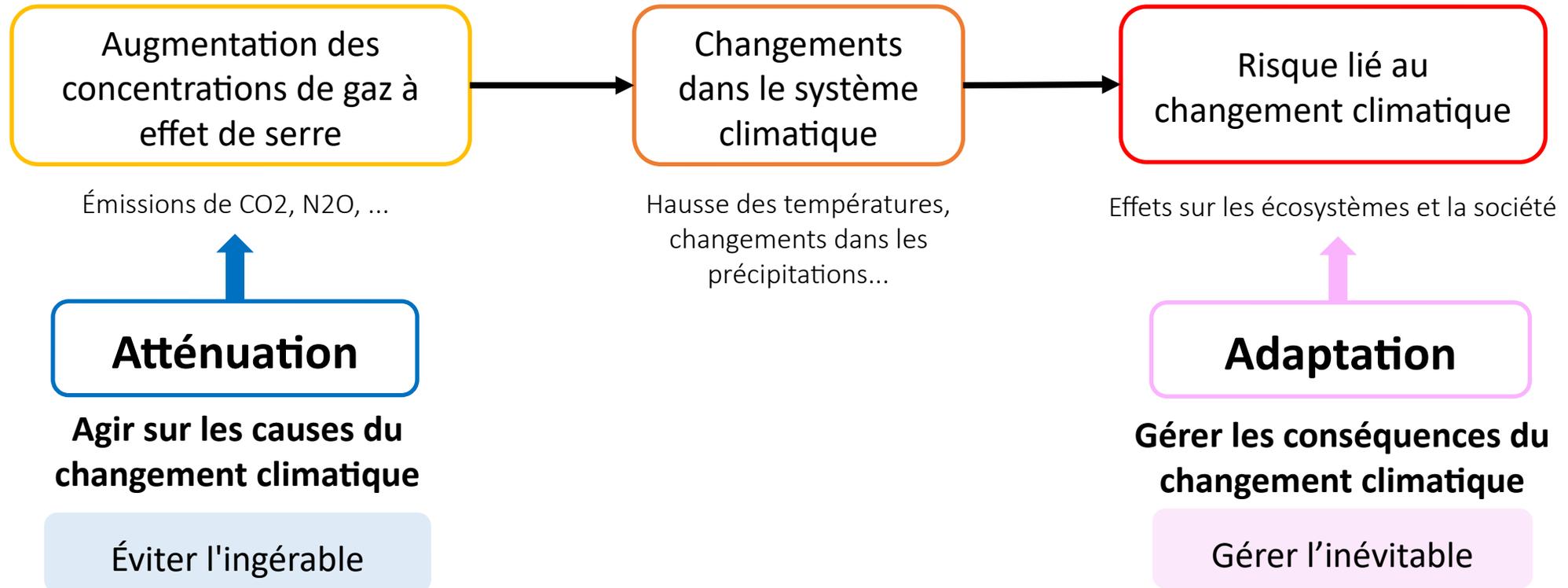
### **Atténuation**

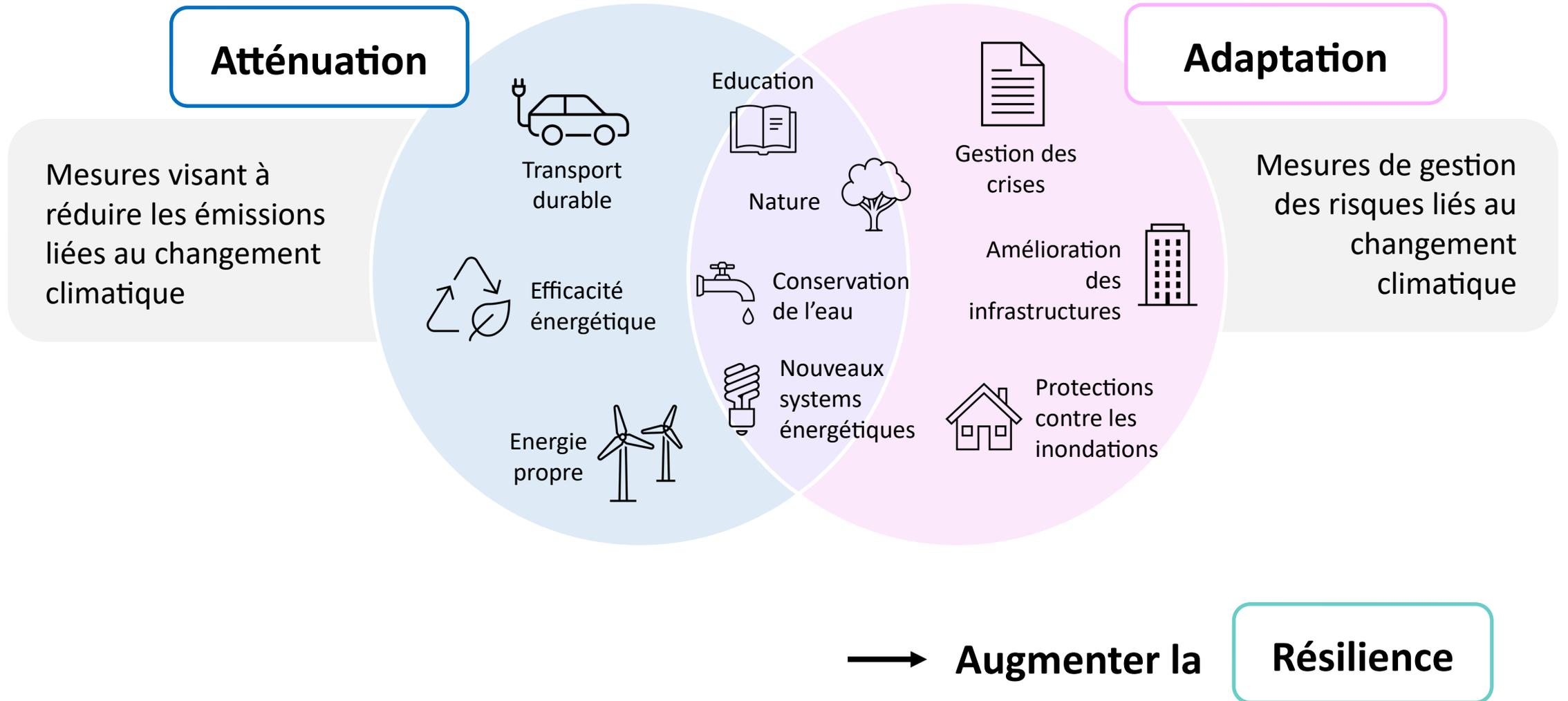
L'objectif est de **réduire les émissions de gaz à effet de serre** dans l'atmosphère.

### **Adaptation**

Il s'agit de **s'ajuster au climat actuel ou futur.**

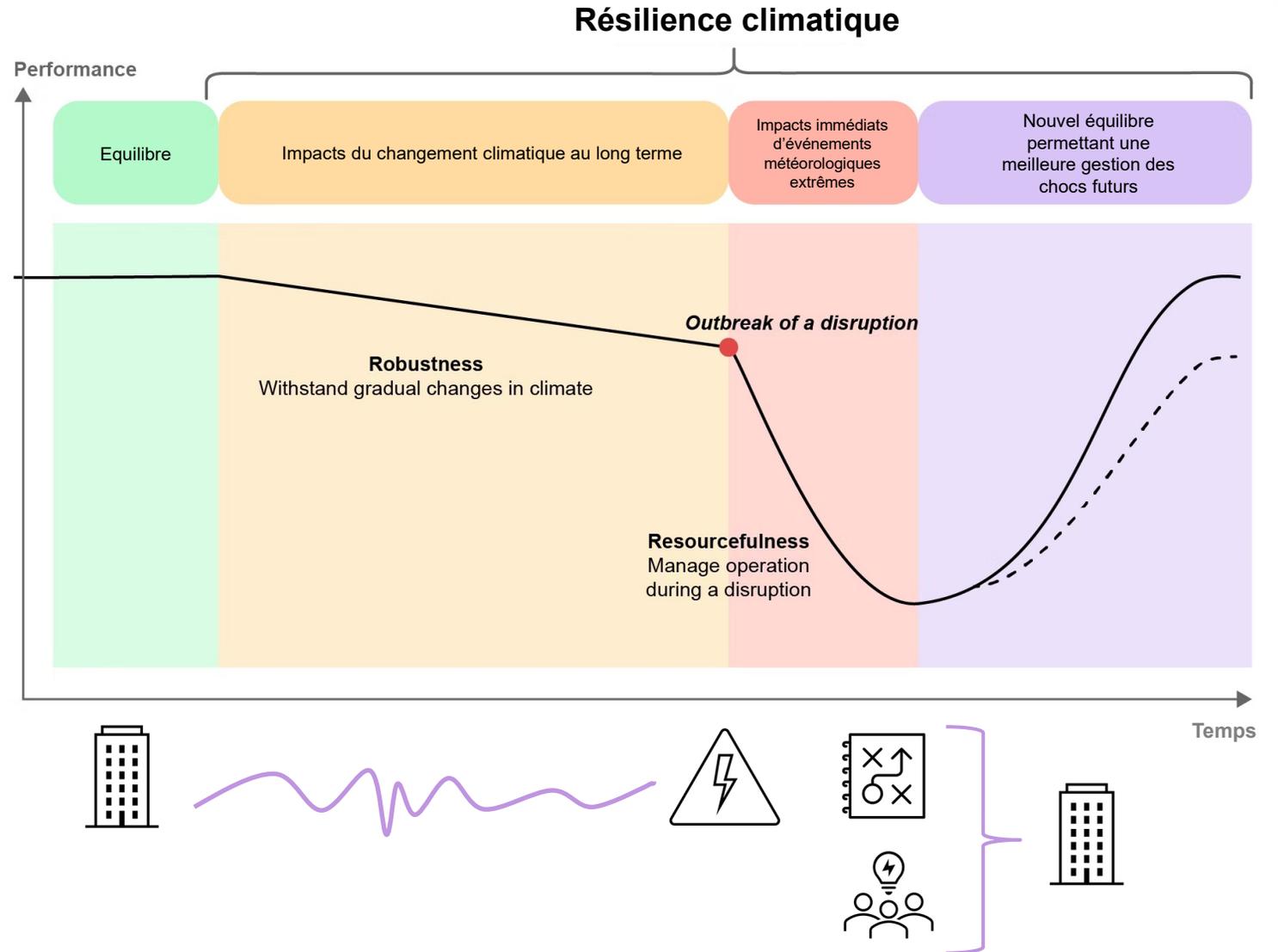
# Des stratégies différentes mais complémentaires





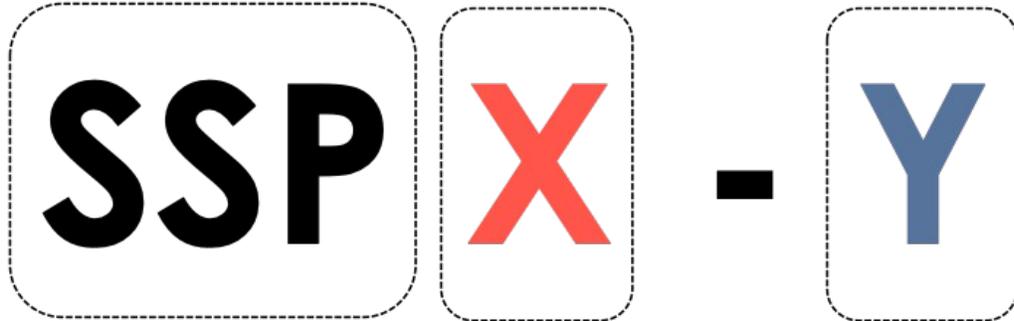
# Résilience

La capacité à se i) préparer, ii) à faire face, à iii) se remettre des impacts des phénomènes climatiques avec un minimum de dommages pour la société, l'économie et l'environnement, et à iv) s'adapter aux perturbations futures.



# Scénarios climatiques

SSP = Shared Socio-economic Pathways

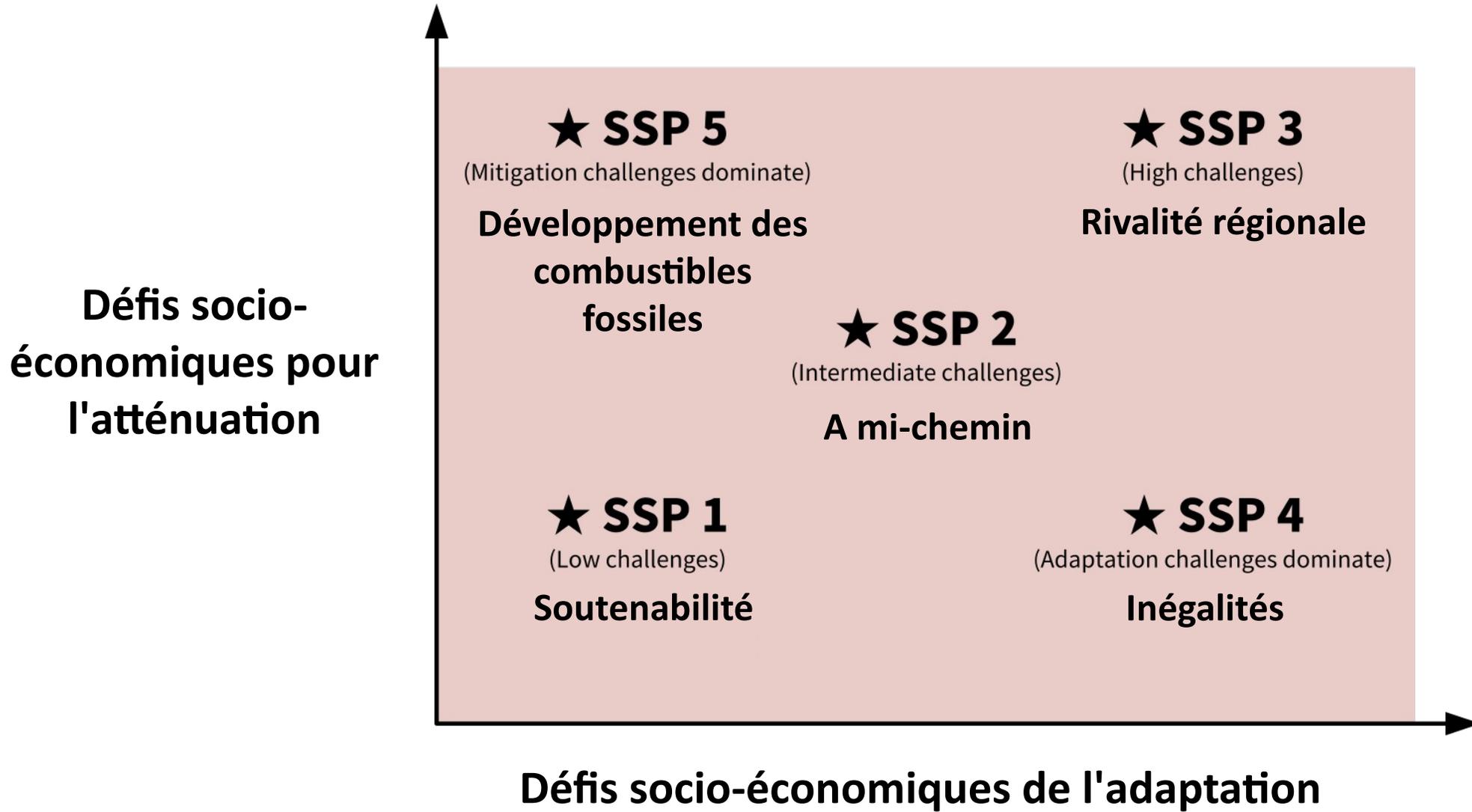


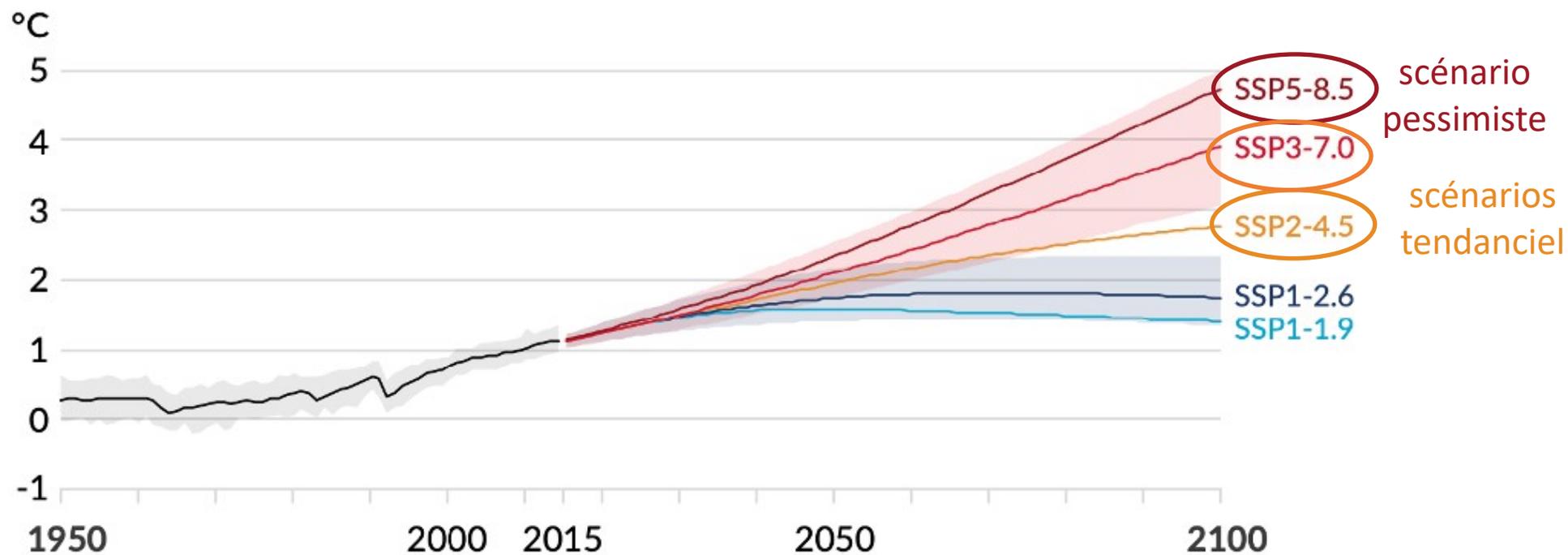
Numéro (1 à 5) du **scénario socio-économique SSP** qui a été utilisée pour développer la trajectoire d'émissions.

Valeur du **forçage radiatif** atteinte à la fin du siècle. On retrouve les scénarios RCP !

→ Évaluer les risques physiques potentiels associés au changement climatique

**Objectif des projections climatiques:** estimer la probabilité d'observer un changement donné sur une période donnée, dans un scénario prospectif donné et pour une région donnée.





Trajectoires de réchauffement global selon les cinq scénarios SSPx-y utilisés dans le résumé du GIEC à l'intention des décideurs

## La trajectoire « 4°C » dans le cadre du 3<sup>e</sup> PNACC



ABONNE POLITIQUE

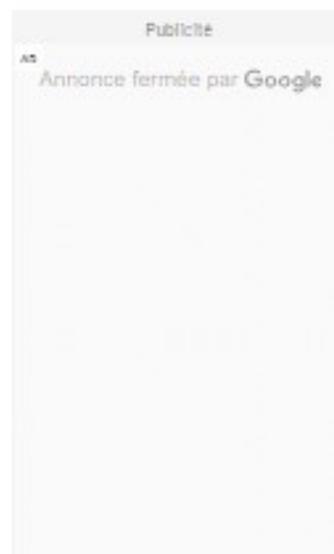
### Christophe Béchu : « Nous devons préparer notre pays à une évolution des températures de +4 degrés »

EXCLUSIF - Le ministre de la Transition écologique, Christophe Béchu, dévoile la trajectoire d'adaptation du pays au réchauffement climatique. Dans un document rendu public par le JDD, le gouvernement table sur deux scénarios : +2 degrés en 2100 dans l'Hexagone, et +4 degrés à la même date.

Marianne Enault  
20/05/2023 à 21:12, Mis à jour le 21/05/2023 à 18:05



Le ministre de la Transition écologique Christophe Béchu, le 10 mai 2023 - Hans Lucas via AFP / © Stéphane Mouchmouche / Hans Lucas



- ❑ La France doit « *sortir du déni* » et se préparer à un réchauffement climatique de 4 °C à la fin du siècle (> +3°C au niveau mondiale) = RCP 4.5
- ❑ **Consultation publique** ouverte Mardi 23/05/2023 (jusqu'à la fin de l'été) sur une trajectoire de référence pour l'adaptation au réchauffement (TRACC), qui servira de base aux PNACC 3 et futures politiques et permettra de les renforcer.
- ❑ **TRACC France** (« pessimiste » mais pas tant que cela)
  - + 2 °C en 2030, +2,7 °C en 2050 et +4 °C en 2100 (vs 19<sup>ème</sup> siècle)
  - +5,1°C Juin- Août en 2100
- ❑ **Etudes de vulnérabilité au changement climatique** lancées dans chaque secteur (transport, bâtiment, énergie, télécommunications, agriculture, forêt...) pour définir **le niveau de protection souhaitée**
- ❑ **Déclinaison opérationnelle dans le PNACC 3 (quid du réglementaire ?)**

# **Adaptation des établissements de santé : Initiatives croissantes et réglementations émergentes**

## Une prise de conscience de l'impact du dérèglement climatique sur les établissements de santé



« En pleine pandémie, nous avons dû faire face à des phénomènes météorologiques extrêmes et en gérer les répercussions sanitaires. Nous avons observé que les systèmes et les établissements de santé constituent la principale ligne de défense pour protéger les populations des menaces émergentes [...] et que le moment est venu de renforcer notre engagement en faveur d'un avenir plus sûr, plus durable et plus inclusif pour tous. »  
(COP26, 2021)

# COP26 Programme de santé



**Engagements des pays à mettre en place des systèmes de santé durables et résistants au changement climatique :**

- **Réaliser des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique** et à la santé au niveau de la population et/ou des établissements de santé.
- **Élaborer un plan national d'adaptation sanitaire** dans le cadre du plan national d'adaptation.

## La taxonomie verte européenne

La taxonomie verte de l'UE est un système de classification des activités économiques permettant d'identifier celles qui sont durables sur le plan environnemental, c'est-à-dire qui n'aggravent pas le changement climatique.

La taxonomie a été lancée par la Commission européenne en 2018 pour guider et mobiliser les investissements privés pour parvenir à la neutralité climatique d'ici à 2050.

### Objectifs :

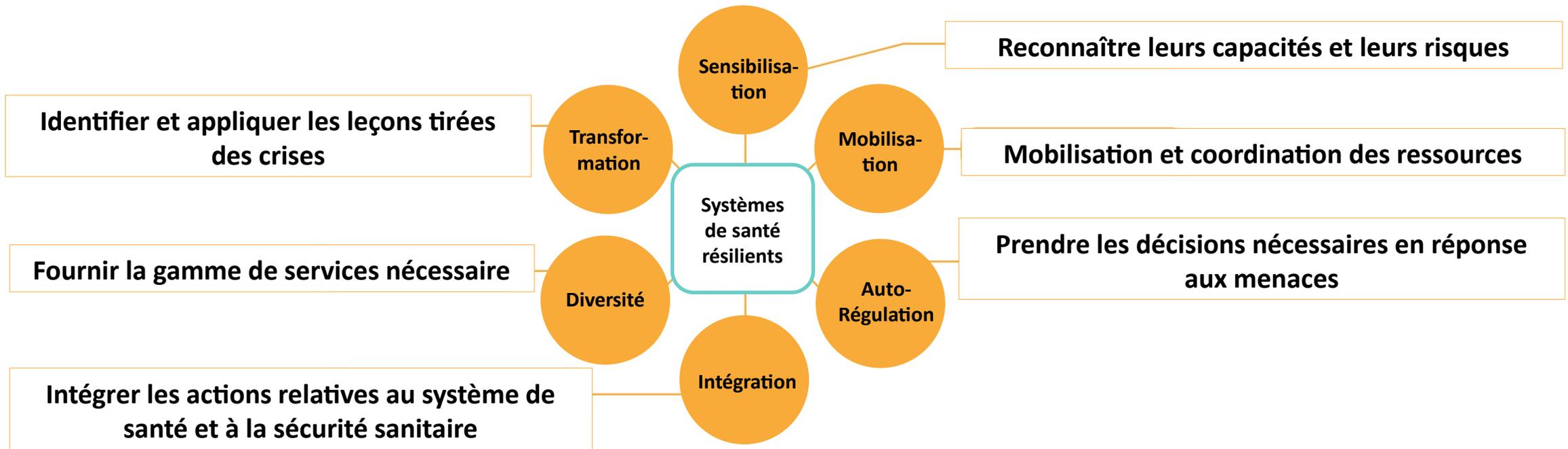
- L'atténuation du changement climatique,
- L'adaptation au changement climatique,
- L'utilisation durable et la protection des ressources aquatiques et maritimes,
- La transition vers une économie circulaire,
- La prévention et le contrôle de la pollution,
- La protection et la restauration de la biodiversité et des écosystèmes.

## Investissements ESG

L'investissement environnemental social et de gouvernance « ESG » est une stratégie qui consiste à choisir des actions et des fonds qui tiennent compte des pratiques environnementales, sociales et de gouvernance. Il s'agit d'évaluer la façon dont une entreprise affecte la planète, son impact sociétal et la façon dont elle est gérée.

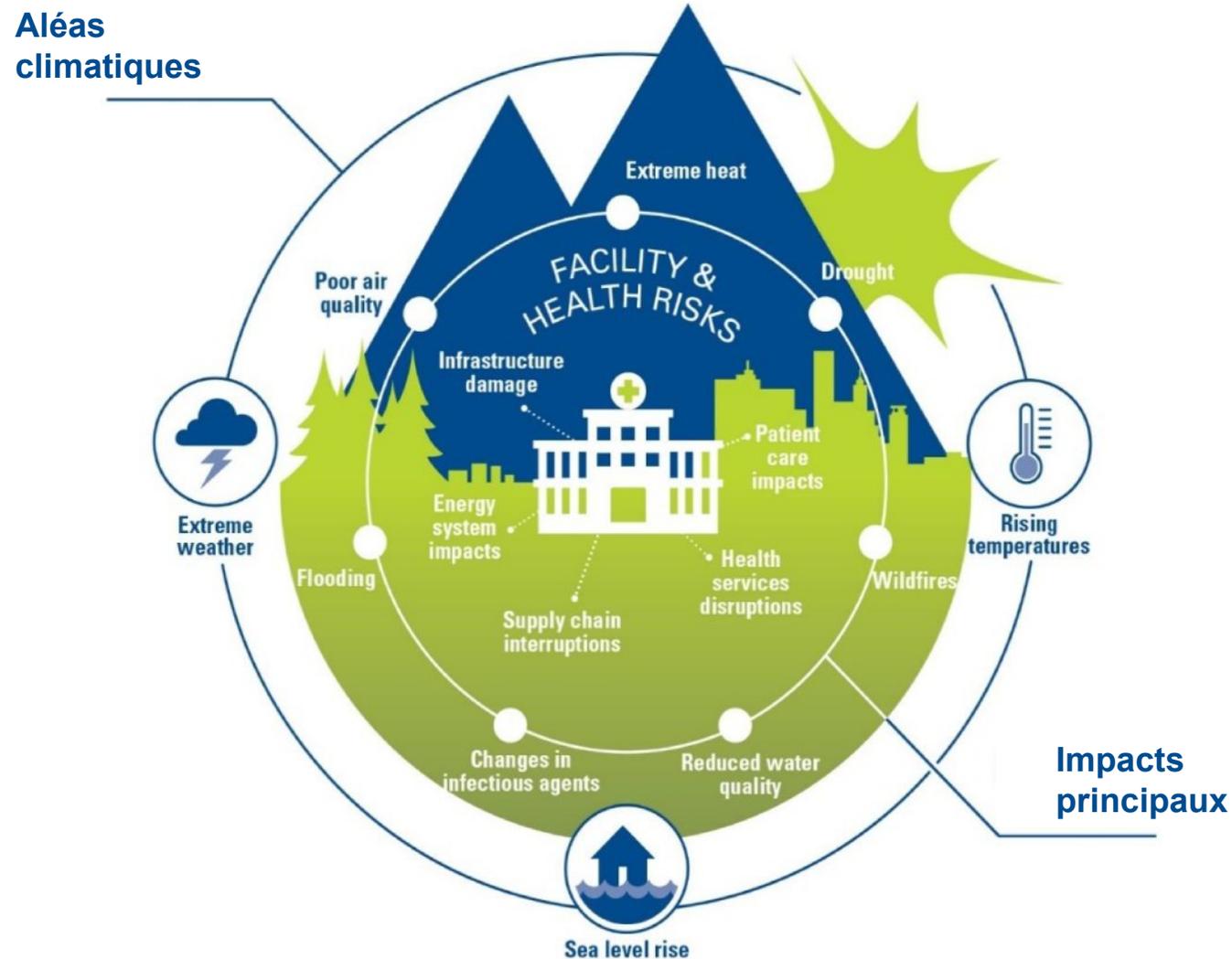
Dans le contexte du changement climatique, l'ESG fait référence aux pratiques écologiquement durables mises en œuvre par les entreprises pour atténuer leur impact négatif sur l'environnement tout en réalisant des bénéfices.

# **Il est nécessaire de renforcer la résilience des établissements de santé**

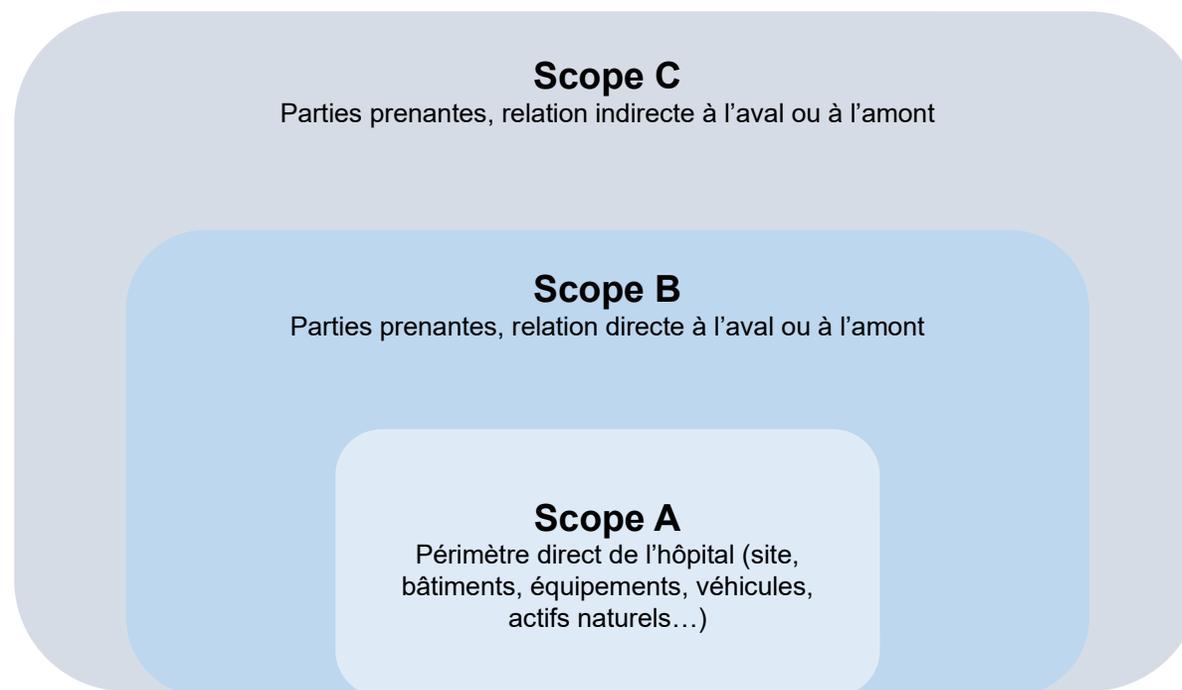


Source: WHO Health Services Resilience Team, WHO headquarters

# Impacts du changement climatique sur les infrastructures de santé



# Périmètres ou scopes d'analyse



# Périmètres ou scopes d'analyse



## Scope A :

- Intégrité des bâtiments et des constructions (bâtiment, zones extérieures)
- Maintien des conditions de stockage des produits alimentaire (sec, frais, surgelés), de la pharmacie et des déchets (déchets organiques, déchets recyclables, produits dangereux)
- Intégrité et fonctionnement des équipements – condition de fonctionnement des équipements biomédicaux, équipements d'alimentation en électricité, équipements de production de froid (installations de froid, climatiseurs), alimentation en eau (pompes, canalisations), informatique
- Maintien des conditions de travail (conditions de température, d'humidité)
- Autres biens physiques exploités par l'établissement nécessaires à son fonctionnement (flotte de véhicules routiers : ambulances du SMUR)

## Scope B :

- Disponibilité et qualité des approvisionnements en nourriture, médicament, fourniture (literie, etc.)
- Mobilité des personnes (personnel de santé, mais également les patients) – Disponibilité des réseaux de transport
- Disponibilité et qualité de l'alimentation électrique, chaleur ou froid, eau, réseau télécoms et internet, évacuation des déchets
- Stabilité de l'environnement politique, réglementaire et socio-économique

## Scope C :

- Chaîne de valeur des fournisseurs de rang 1
- Chaîne de valeur des clients de rang 1
- Chaîne de valeur des infrastructures et réseaux alimentant l'établissement

# Exemples d'impacts des aléas climatiques sur les hôpitaux

## Aléas climatiques

Il s'agit d'événements qui, s'ils se produisent, ont un impact sur le système en question.



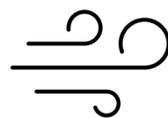
Vagues de  
chaleur



Tempêtes



Feux de  
forêts



Vents forts



Inondations



Submersion et  
érosion côtière



## Vagues de chaleur

L'augmentation des températures peut entraîner :

- Un **inconfort** pour les patients et le personnel hospitalier
- Des **effets dangereux sur la santé des personnes**, en particulier les plus vulnérables
- Un **dysfonctionnement des équipements médicaux**
- La **dilatation des matériaux** pouvant causer à termes des dommages importants et des modifications irréversibles de la structure du bâtiment



## Tempêtes

- Les tempêtes peuvent **endommager les toits, les murs, les fenêtres et les portes** à cause du vent et des débris, ce qui peut entraîner des dégâts intérieurs importants.
- La haute pression exercée par les vents forts combinée à de fortes précipitations provoque la **pénétration de l'eau**.
- Les débris volants peuvent causer des **blessures graves** aux personnes.
- **L'alimentation électrique peut être interrompue** en raison des dommages causés aux lignes électriques.



# Inondations

Les inondations peuvent :

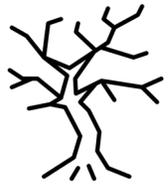
- **Endommager les routes et les infrastructures**, perturbant ainsi l'accès aux hôpitaux.
- **Causer des dégâts d'infrastructures, d'équipements médicaux coûteux**, de mobilier hospitalier, d'installations vitales et de fournitures médicales
- **Provoquer des pannes d'électricité.**
- Contaminer l'eau
- **Menacer des vies.**



## Feux de forêts

Un feu de forêt peut :

- De manière directe : blesser, voire causer la mort.
- De manière indirecte : provoquer de multiples problèmes respiratoires et cardiovasculaires.
- Endommager les équipements et les infrastructures.



## Sécheresse

Une sécheresse peut :

- Provoquer le **rétrécissement de l'argile réactive et un affaissement** qui exerce une pression extrême sur la structure et les fondations du bâtiment.
- Affecter directement **l'approvisionnement en eau.**

## La capacité de fonctionnement des hôpitaux est affectée par :

Les impacts sur l'infrastructure

**Impacts directs : Dommages causés aux installations et infrastructures hospitalières** lors d'événements météorologiques extrêmes.

**Impacts indirects : Dommages aux services publics et aux infrastructures de communication** dont l'hôpital a besoin pour fonctionner.

Les impacts sur le personnel hospitalier et les patients

**Afflux soudain de patients lors d'événements climatiques extrêmes**

**Détérioration de la santé humaine**, suite à des épisodes répétés de sécheresse, de stress hydrique et de vagues de chaleur.

# Panne des systèmes informatiques des hôpitaux londoniens Guy et Saint Thomas due à une vague de chaleur en 2022



The Guardian

<https://www.theguardian.com> › aug ⋮

## Chaos after heat crashes computers at leading London ...

7 août 2022 — The IT breakdowns at **Guy's** and **St Thomas' hospitals** in London have caused misery for doctors and patients and have also raised fears about the ...

Hôpital

**Saint Thomas  
Guy's**

Localisation

**London,  
Royaume uni**

Nombre de lits

**840  
400**

Aléa principal

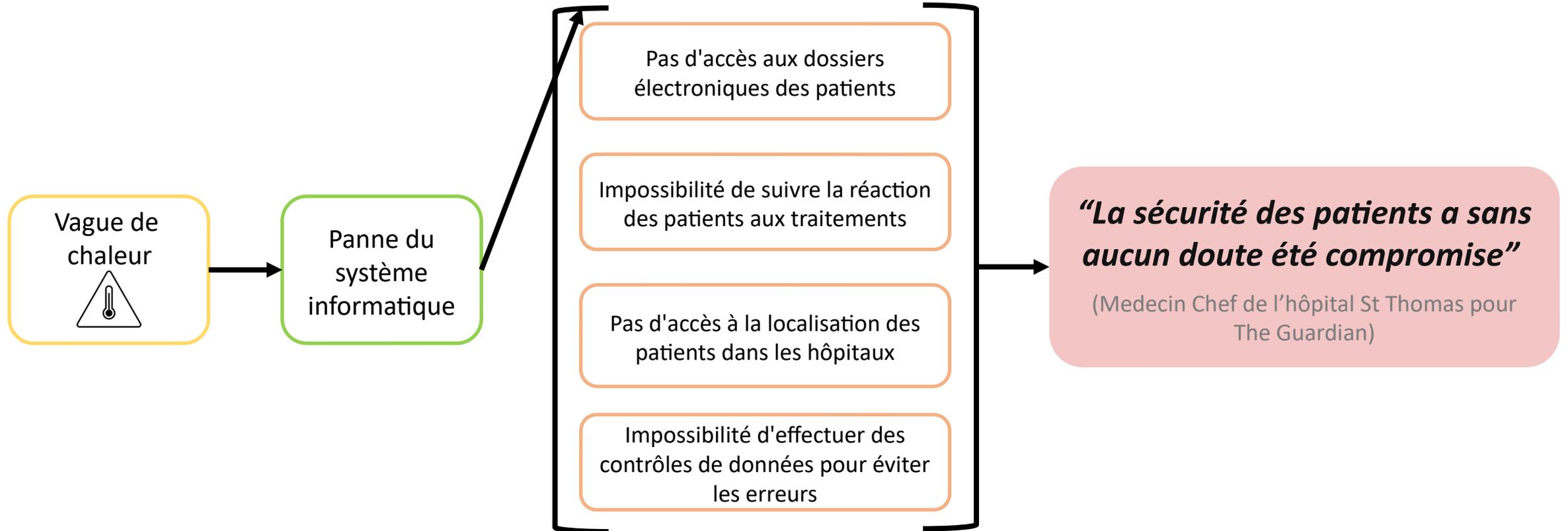
**Vague de chaleur**



Deux des principaux hôpitaux du Royaume-Uni, Saint Thomas et Guy's, ont dû annuler des opérations, reporter des rendez-vous et transférer des patients gravement malades vers d'autres centres après que leurs ordinateurs soient tombés en panne en pleine canicule en juillet 2022.



Hôpitaux Saint Thomas, Londres, Reino Unido. Fotografía: One-Image Photography/Alamy



“

*Nous volions à l'aveugle. Obtenir les résultats des laboratoires était un véritable cauchemar et impliquait que de gens fassent des aller-retours vers le laboratoire en transportant des bouts de papier. Or, souvent, les gens ne précisait pas où se trouvait le patient dans l'hôpital. Il y avait donc des groupes de porteurs et de personnel de laboratoire qui erraient dans l'hôpital à la recherche d'un patient au hasard. C'était le chaos.*

*décrit un médecin senior de l'hôpital St Thomas.*

”

# Evacuation de l'hôpital Cervello à Palerme en raison de feux de forêt 2023



ANSA

<https://www.ansa.it> › 2023/07/25 ⋮

## Palermo hospital pavilion evacuated due to wildfire - English

25 juil. 2023 — The fire brigade is evacuating pavilion B of **Palermo's Cervello hospital**, located at contrada Inserra, the hill on the outskirts of the Sicilian ...

Hôpital

**Cervello**

Localisation

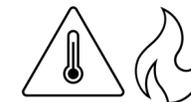
**Palermo, Italia**

Nombre de lits

-

Aléa principal

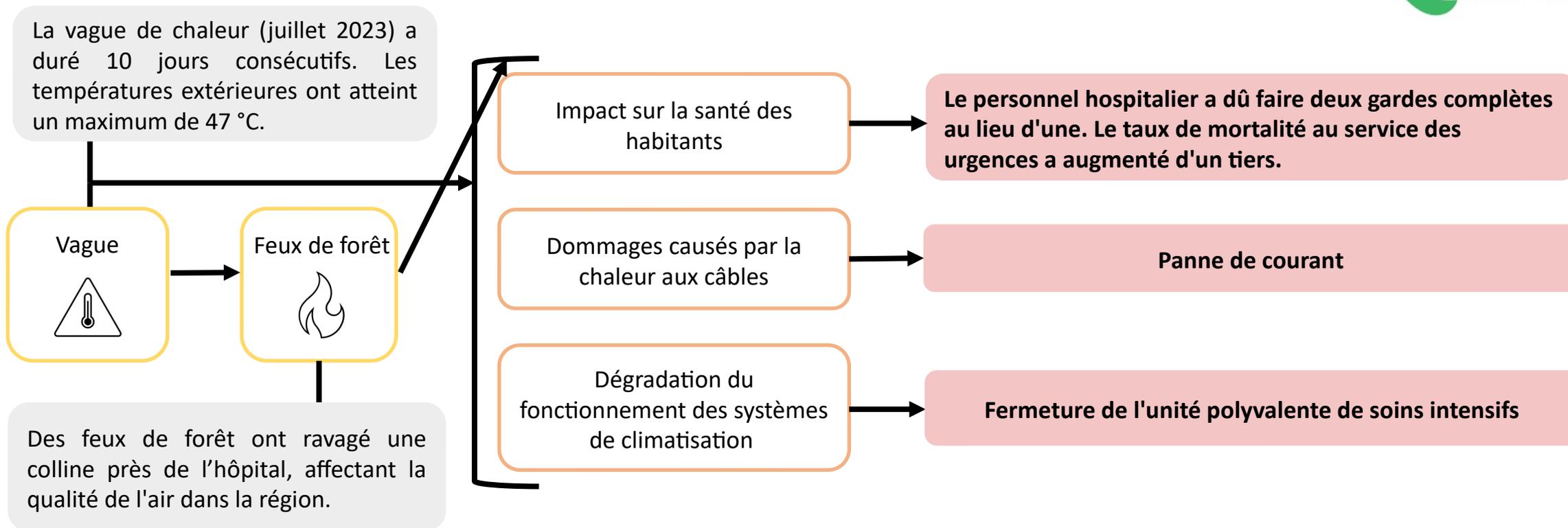
**Vague de chaleur  
Feux de forêts**



Les pompiers ont évacué un pavillon de l'hôpital Cervello de Palerme situé sous le quartier de l'Insera, colline de la périphérie de la capitale qui brûlait depuis des heures en pleine canicule, rendant l'air irrespirable dans la zone et provoquant des pannes dans les systèmes de l'hôpital.



© Copyright ANSA



*“Pendant les 30 ans où j'ai travaillé comme médecin, j'ai vu 4 ou 5 cas d'hyperthermie. Pendant ces 10 jours, j'ai vu 5 ou 6 cas par jour [...]. Dans une journée normale, nous avons un code rouge 30 fois par jour, quand la vie d'un patient est vraiment en jeu, mais pendant ces jours-là, nous en avons 50 par jour - donc, une augmentation significative...”*

(Tiziana, un médecin de l'hôpital Cervello)

# Évacuation du centre médical White Memorial à Los Angeles en raison d'une tempête en 2023



The Press Democrat

<https://www.pressdemocrat.com> > h... ⋮

## Hundreds of patients evacuated from Los Angeles hospital ...

22 août 2023 — The **power failure blacked** out the hospital's main building, disabling elevators, said a fire official.



Hôpital

**White  
Memorial  
Medical Center**

Localisation

**Los Angeles,  
Etats unis**

Nombre de lits

**353**

Aléa climatique

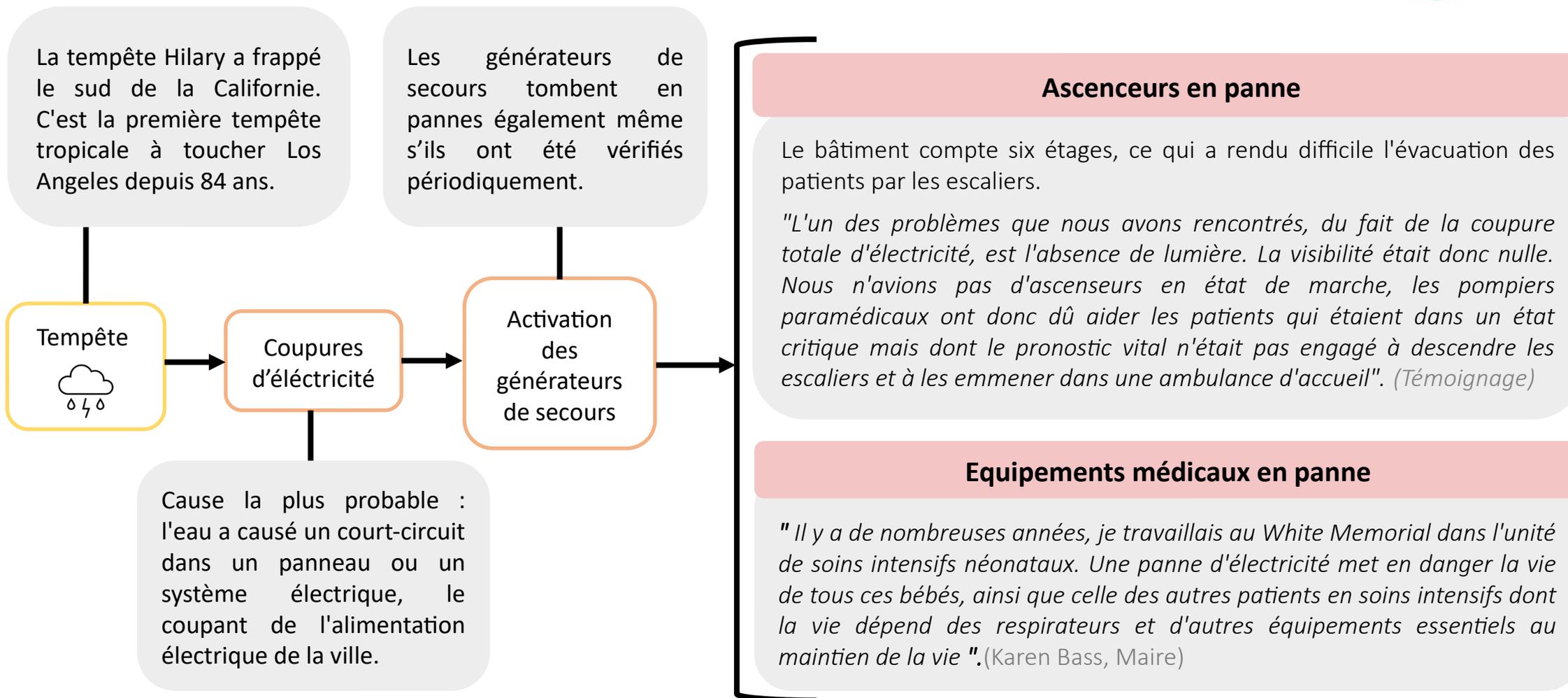
**Tempête**



Une série de pannes de courant au White Memorial Medical Center de Los Angeles a entraîné l'évacuation de 28 patients gravement malades vers d'autres hôpitaux, tandis que 213 patients ont été transférés dans un autre bâtiment du centre médical. Plus de 100 pompiers et de nombreuses ambulances ont été dépêchés sur place.



Les pompiers de Los Angeles évacuent les patients du White Memorial Medical Center. Photo/Richard Vogel



Une femme a donné naissance à une petite fille lors d'une panne totale d'électricité, et des torches alimentées par des piles ont été utilisées pour l'accouchement.

*"Nos infirmières étaient là, les médecins étaient présents, et ce qu'ils ont fini par faire, c'est rassembler plusieurs torches pour éclairer la pièce de manière à ce qu'il y ait beaucoup de lumière.."*

(Grace Hauser, porte-parole de l'hôpital)



Fotografia (Myung J. Chun / Los Angeles Times)

# Le centre médical Tri-City d'Oceanside revoit son système de gestion de l'eau en raison de la sécheresse de 2015



HealthLeaders Media

<https://www.healthleadersmedia.com> › ... ⋮

## CA Hospitals Pursue Water Conservation in Midst of Drought

**California hospitals are conducting water audits** and adopting water conservation programs in the midst of the worst drought the state has seen in more than ...

Hôpital

**Tri-City Medical  
Center**

Localisation

**Oceanside,  
California, USA**

Nombre de lits

**388**

Aléa principal

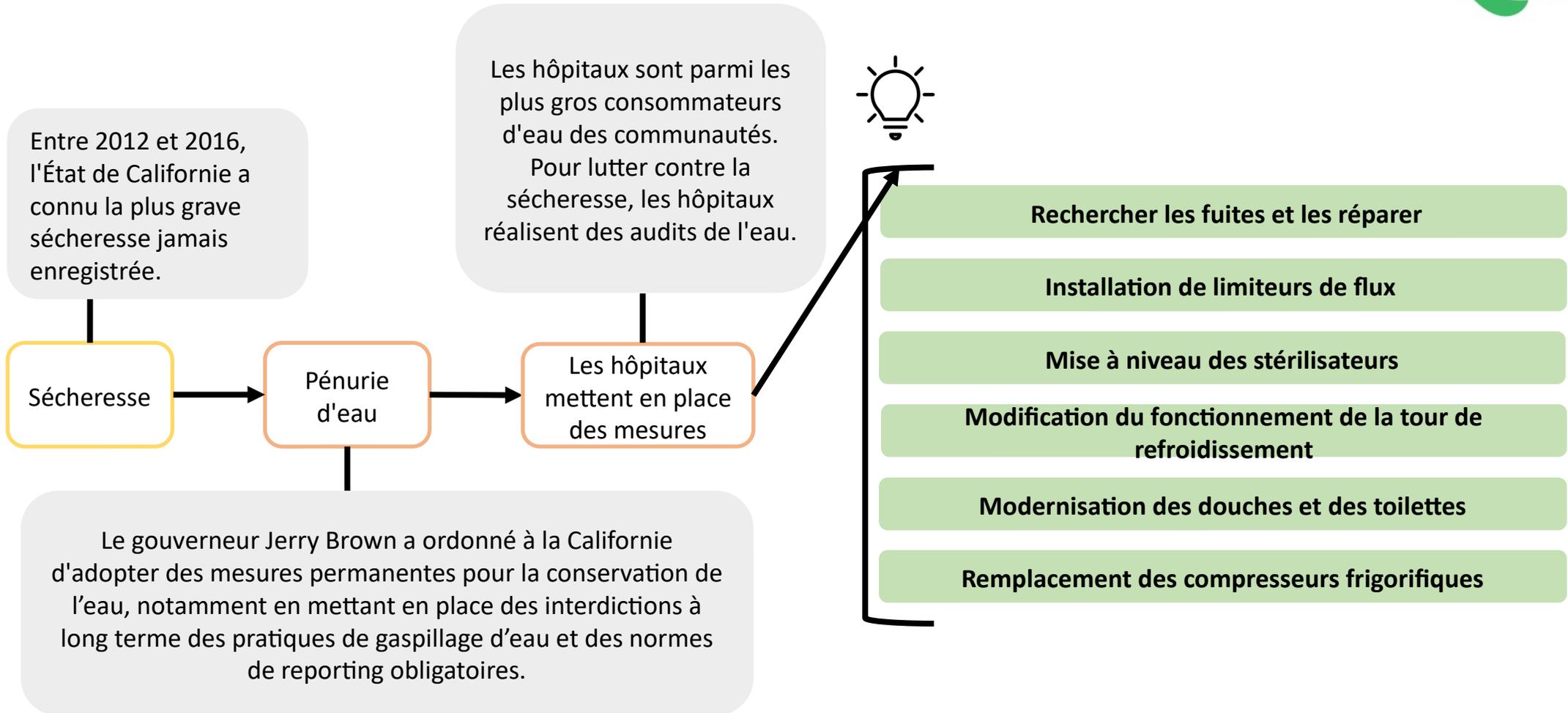
**Sécheresse**



Les hôpitaux de Californie tentent d'économiser l'eau en plein milieu d'une sécheresse de trois ans, la pire depuis plus d'un siècle. Nombre d'entre eux réalisent des audits de l'eau et adoptent des programmes de conservation d'eau et aident les hôpitaux et les systèmes de santé à faire des économies.



Un bloc de béton utilisé pour amarrer un bateau repose sur la terre sèche et fissurée qui constituait le fond du lac McClure à La Grange, en Californie. Photo: Justin Sullivan/Getty Images 2015



L'audit de l'eau a conclu que Tri-City pourrait réduire sa consommation d'eau d'environ 15 % et économiser environ 5 millions de gallons par an en mettant en œuvre des changements relativement mineurs.

*" En économisant autant d'eau, l'investissement est amorti en moins d'un an..."*  
(Chris Miechowski, directeur de instalaciones del Centro Médico Tri-City)

# L'hôpital Royal Berkshire face au risque d'affaissement lié au retrait-gonflement des argiles



Berkshire Live

<https://www.getreading.co.uk> › news

## 'Urgent repairs' to Royal Berkshire Hospital will cost nearly ...

7 juil. 2023 — **Subsidence** has caused floors and walls to crack, while many of the upper floors and roof suffer from dry rot. A document submitted to Reading ...

Hôpital

**Royal Berkshire  
Hôpitaux**

Localisation

**Reading,  
Royaume Uni**

Nombre de lits

**813**

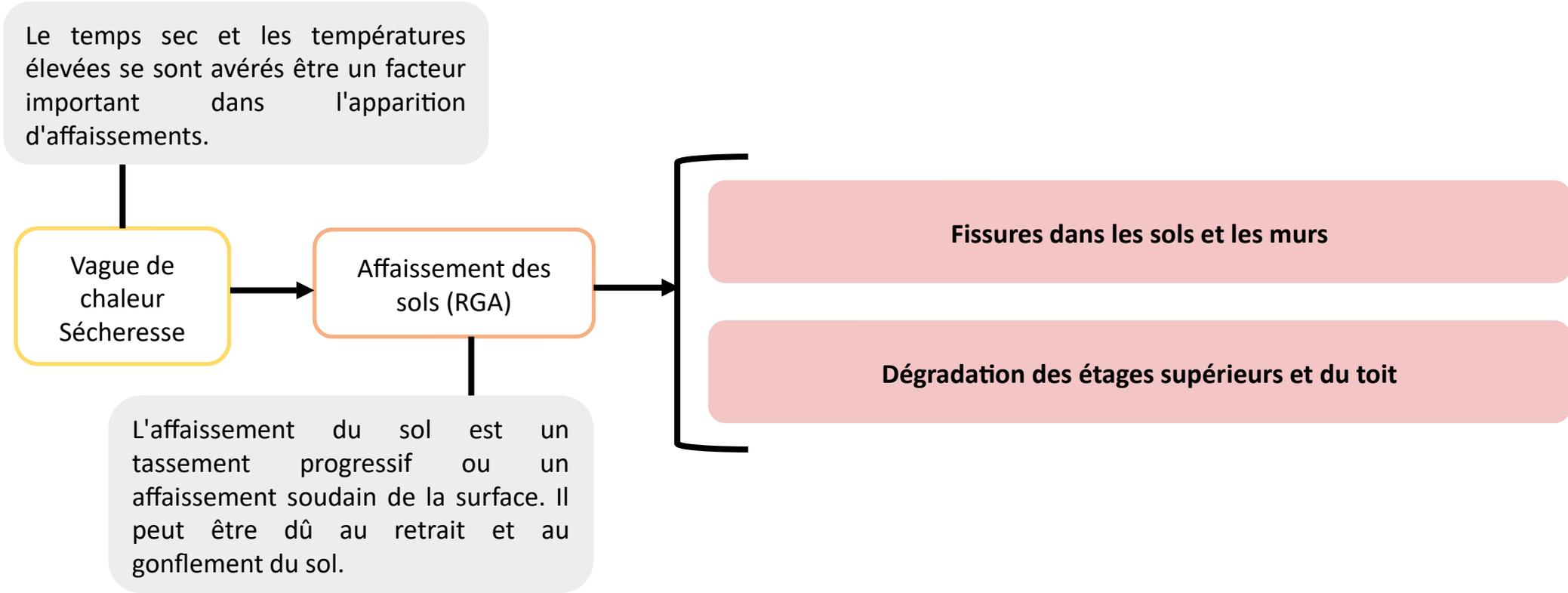
Aléa principal

**Affaissement  
des sols  
(RGA)**

Le Royal Berkshire Health Trust consacre près de 2 millions de livres sterling à des réparations urgentes dans son hôpital de Reading et mène une étude pour savoir si des problèmes d'affaissement pourraient affecter l'ensemble du site.



Fotografia: BerkshireLive- Grahame Larter



*“Les travaux consisteront à pulvériser du ciment pour remplacer les couches de substratum qui ont été érodées au fil des ans par la nappe phréatique et l'écoulement des eaux souterraines. Dans le cadre de ces travaux, qui coûtent 1,9 million de livres sterling et seront achevés le mois prochain, nous remplacerons également certains drains.”*  
(Porte-parole de l'hôpital)



Zones nécessitant des réparations aux Hôpitaux Royal Berkshire  
Photo: GBS Health

**“ *Le coût de l’adaptation [au changement climatique] est inférieur à celui de l’inaction.* ”**

Simon Stiell, Secrétaire Exécutif de la CMNUCC (2021)

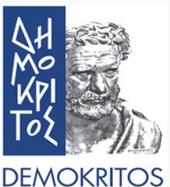
En 2019, la Commission mondiale sur l'adaptation a publié un rapport indiquant que l'investissement de 1,8 milliard \$ entre 2020 et 2030 pourrait **générer 7,1 milliards \$ d'avantages nets** totaux dans 5 domaines :

- **Infrastructures résilientes au changement climatique**
- Systèmes d'alerte précoce
- Amélioration de la production agricole dans les zones arides
- Protection des mangroves à l'échelle mondiale
- Investissements visant à accroître la résilience des ressources en eau.



CADRE DE RÉSILIENCE AU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE  
POUR LES SYSTÈMES DE  
SANTÉ ET LES HÔPITAUX

## 3. Présentation des outils et methodologies du projet



Dr. Stelios Karozis

Collaborating Research / Project Manager

National Centre for Scientific Research "Demokritos"

# Rappel



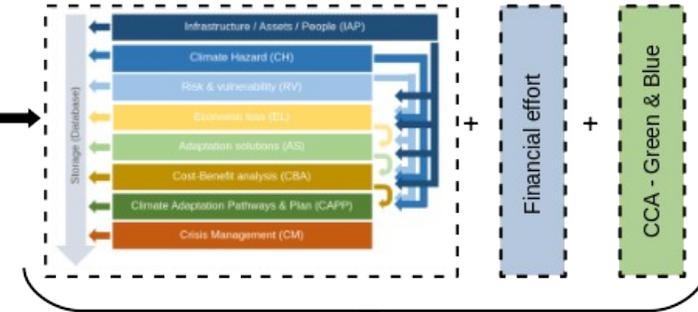
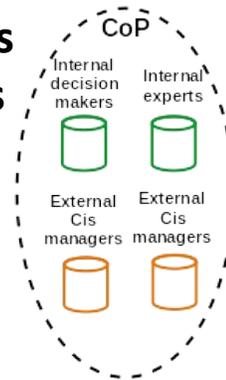
**Enjeu du projet:** Augmenter les **capacités d'adaptation au climat et la résilience des infrastructures de santé européennes** et des infrastructures critiques qui en dépendent.

**Objectifs spécifiques:**

- Produire des **outils d'aide à la décision** qui seront testées dans sept hôpitaux pilotes en Espagne, en France, en Italie et en Grèce.
- **Mobiliser et engager les parties prenantes**, les décideurs et le personnel hospitalier via des communautés de pratique.

# Composantes du projet

Engagement  
des parties  
prenantes

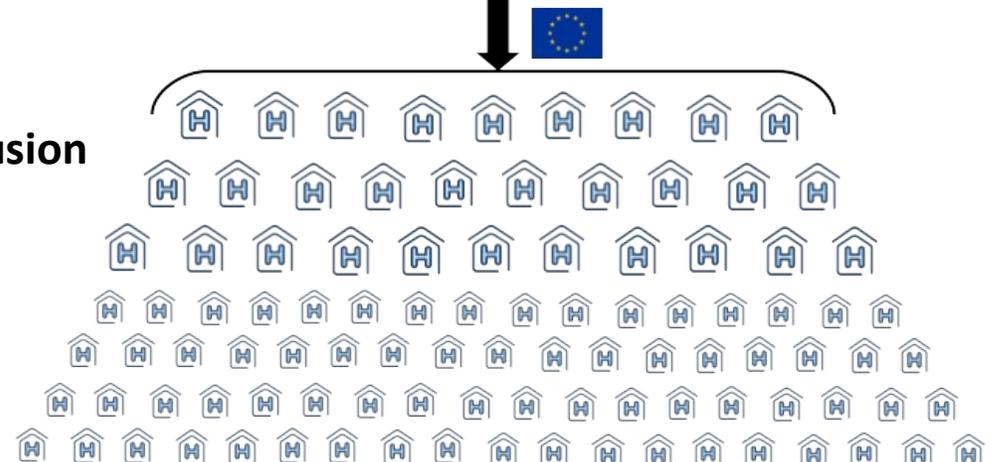


Outil

Implementation

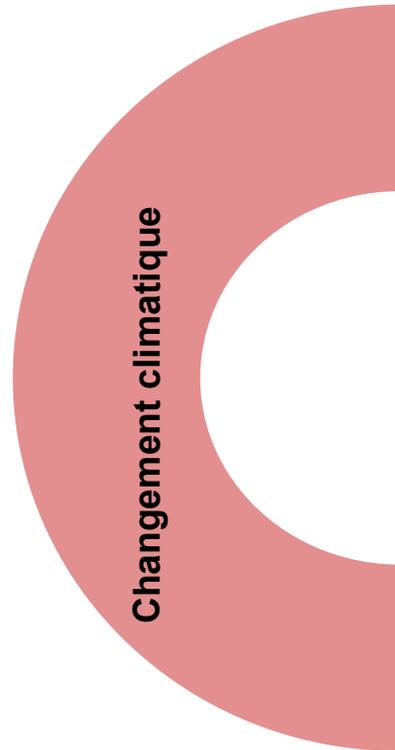


Diffusion

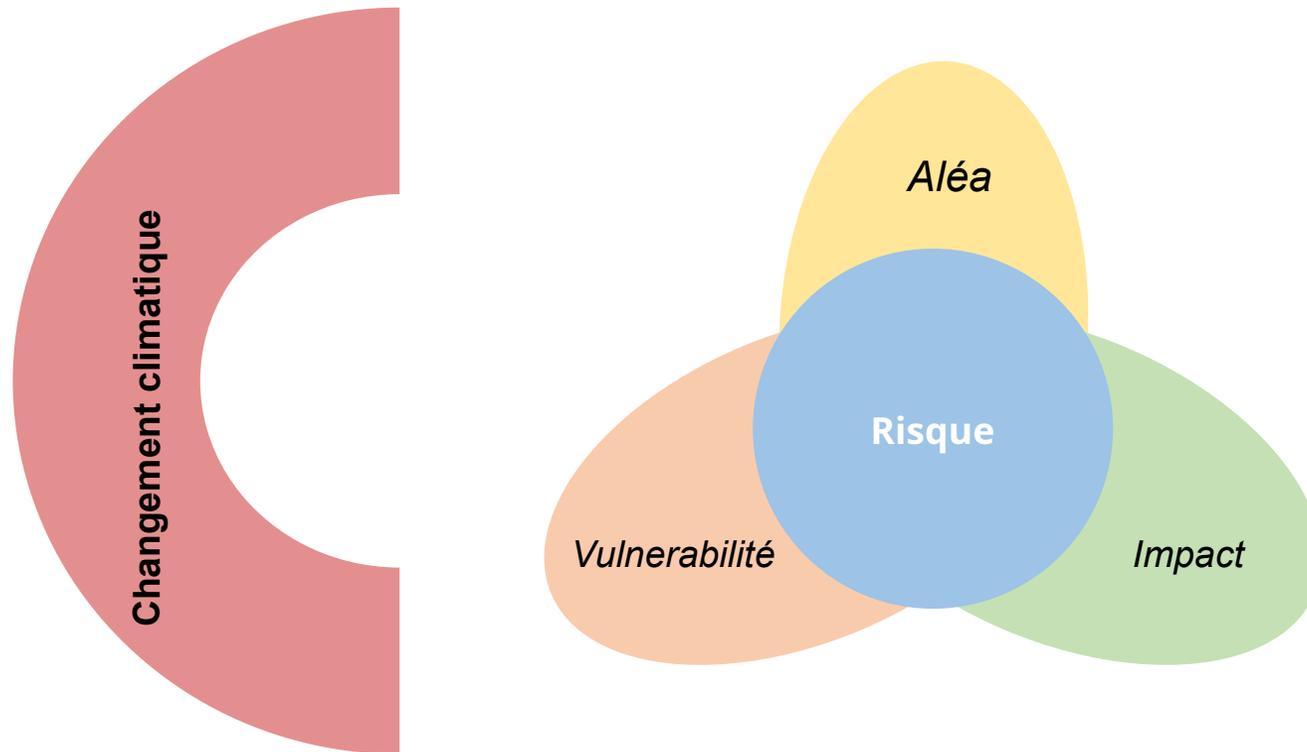


- Établir les bases d'un réseau européen pour l'adaptation au changement climatique
- Résultats répliquables: kit de diffusion des outils du projet
- Contribuer de manière opérationnelle à l'adaptation au niveau des infrastructures hospitalières et des systèmes de santé

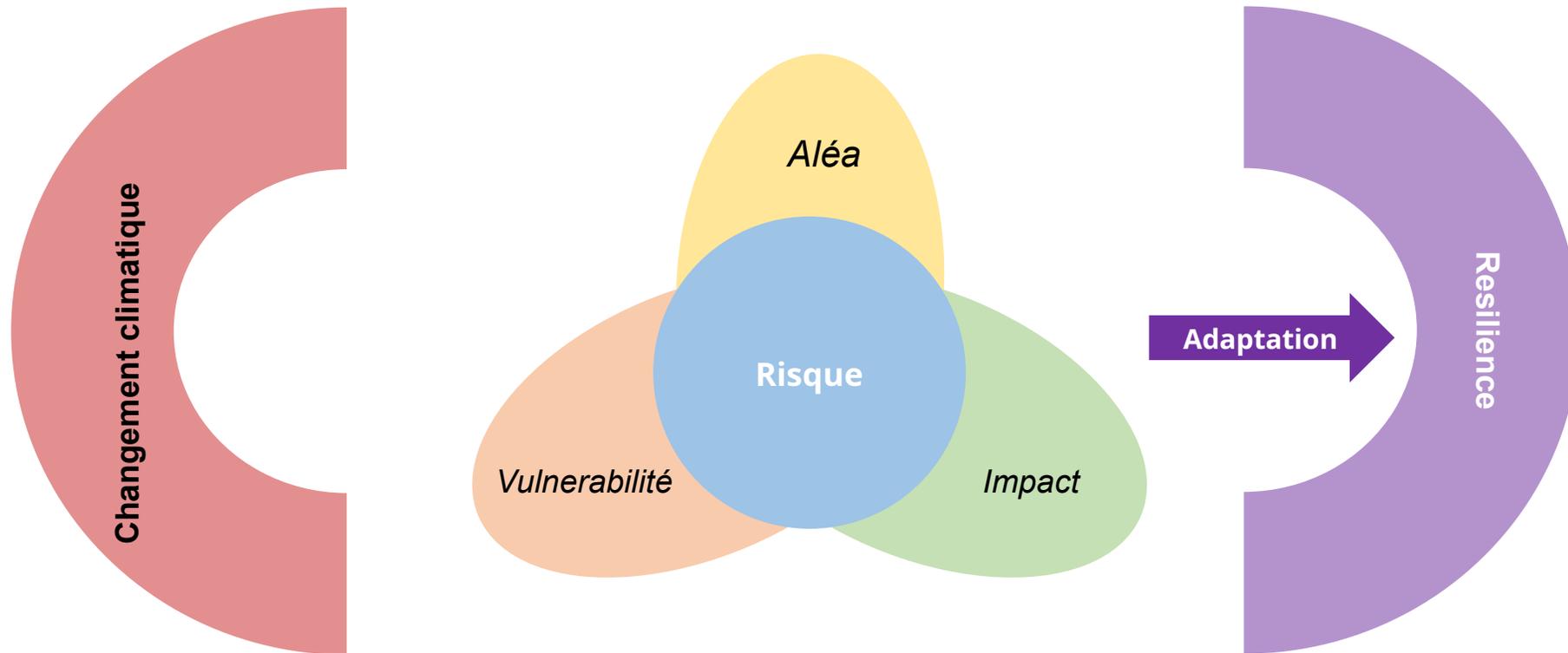
# La résilience climatique dans les systèmes de santé



# La résilience climatique dans les systèmes de santé

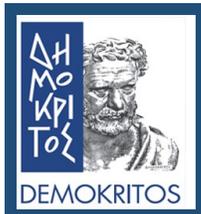


# La résilience climatique dans les systèmes de santé



# Présentation de la boîte à outils LIFE Resystal

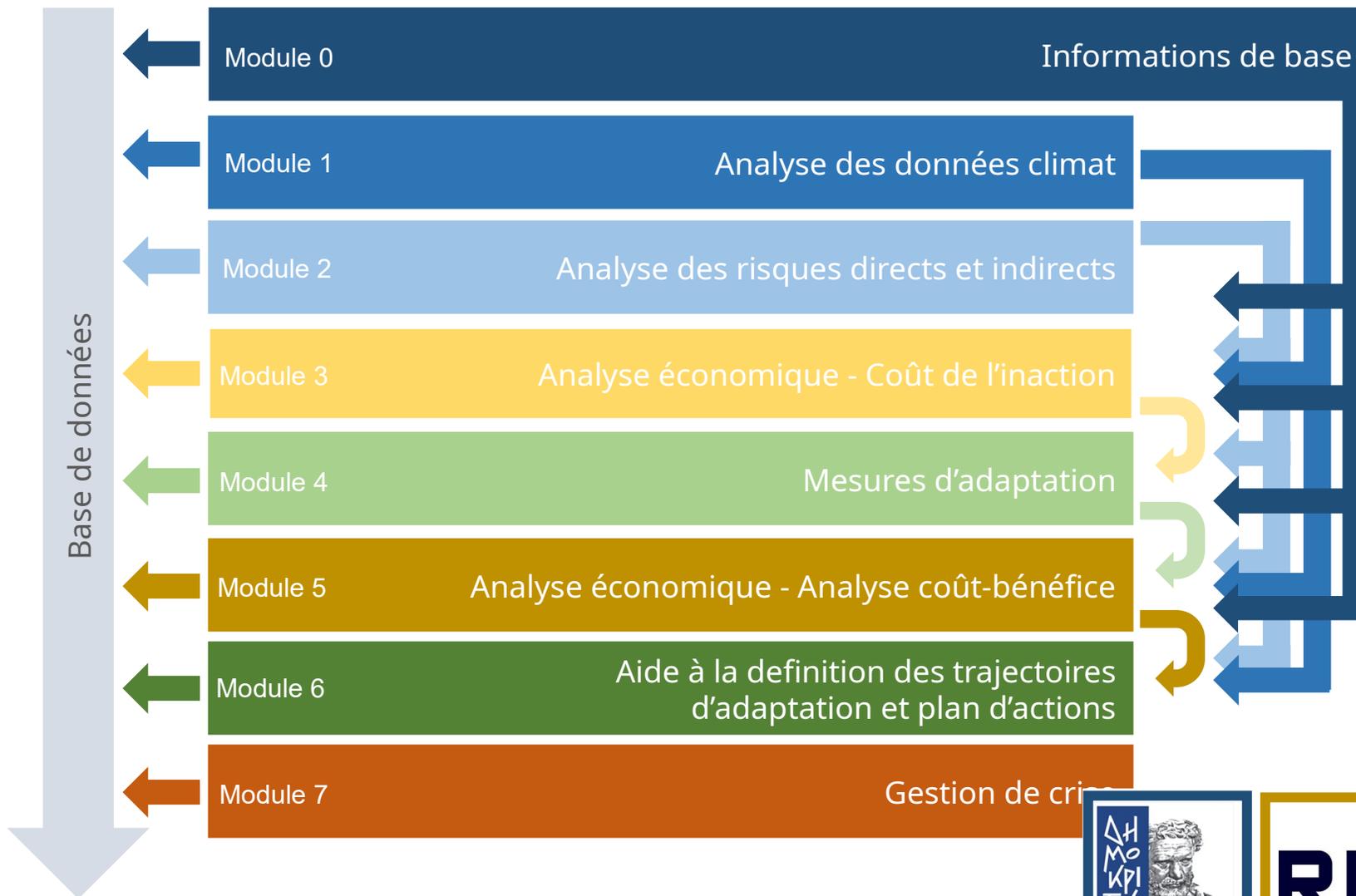
(Risque climatique, adaptation, coût-bénéfice  
et gestion de crise pour le secteur de la santé)



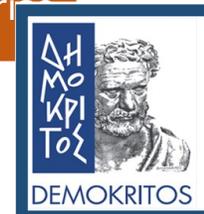
Les éléments clés de la conception globale de la boîte à outils locale sont les modules et leurs interconnexions afin de fonctionner comme un outil unifié et de fournir une évaluation et des solutions au changement climatique pour le secteur de la santé.

#### Modules:

- 0 Infrastructure / Assets / People (IAP)
- 1 Climate Hazard (CH)
- 2 Risk & Vulnerability (RV)
- 3 Economic Loss (EL)
- 4 Adaptation Solutions (AS)
- 5 Cost-Benefit Analysis (CBA)
- 6 Climate Adaptation Pathways & Plan (CAPP)
- 7 Crisis Management (CM)



**Un système d'aide à la décision pour la planification de l'adaptation, couvrant la gestion des risques liés au changement climatique à court, moyen et long terme**





## Caractéristiques de

Position exacte, hauteur, année de construction, année de rénovation, capacité, nombre de bloc opératoires, site ...

1. Asset General Description		R	A
Nation			
Sector			
Asset Name			
Asset Category			
Owner			
Owner Type			
Manager			
Manager Type			
2. Asset Location			
Latitude	°		
Longitude	°		
3. Specific Data about the asset			
Year Of Construction	year		
Structural Construction cost	\$		
Equipment Cost	\$		
Number of Beds	N°		
Daily Mean N° of People	N°		
Operating Theatre	N°		
Intensive care units	N°		
Construction Material			
Total Area	m <sup>2</sup>		
Footprint Area	m <sup>2</sup>		
Presence of underground floors			



Infrastructures

Sélectionner un hôpital:

Millau Hospital 2

**Position:** (44.0949888, 3.0573995)

**Les personnes:** 1780

**Hauteur(m):** 39

**Capacité:** 200

**Note de structure:**

**Zone de chalandise:**

**Année d'achèvement:** 1942

**Chirurgies:**

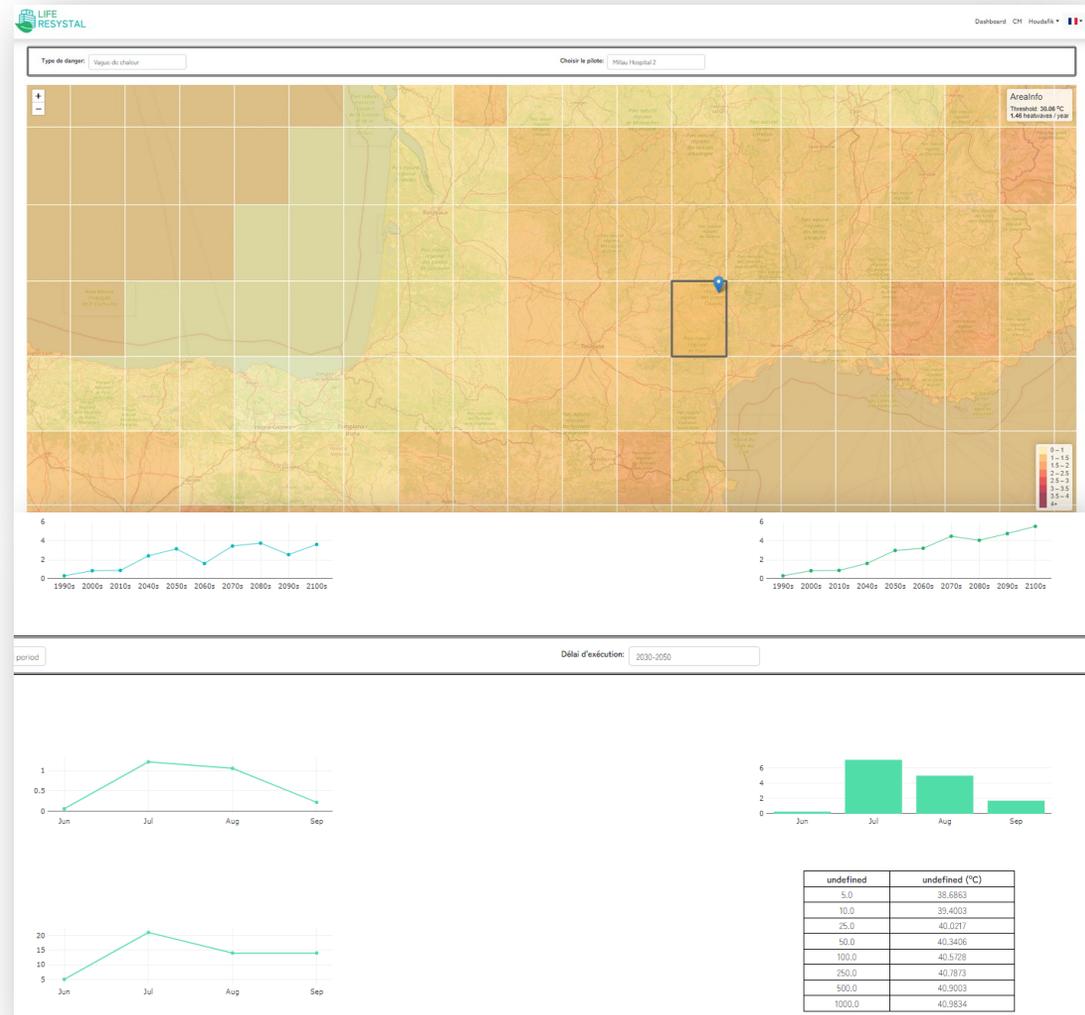
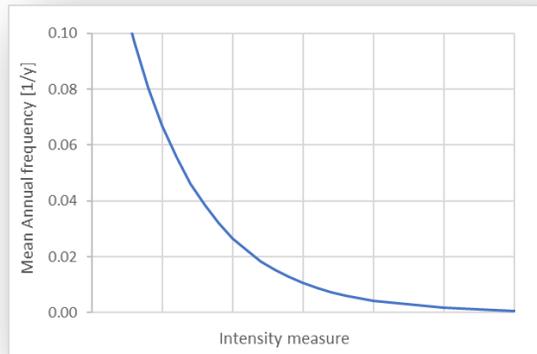
**Année de rénovation:**

**URL:** <https://www.ch-millau.fr/>

Editer



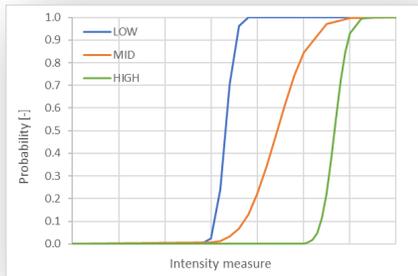
# Caractéristiques de Données climatiques ...





# Diagnostic des risques

A travers un questionnaire à compléter par l'hôpital pour évaluer sa vulnérabilité à l'aléa étudié sur 4 catégories principales (personnel de santé, infrastructure, énergie, systèmes d'assainissement et gestion des déchets)



**LIFE RESYSTAL** Dashboard CH Houafra • FR

**World Health Organization**  
 MH\_simple | Millau Hospital 2  
 LISTE POUR ÉVALUER LA VULNÉRABILITÉ À HEATWAVE

**PERSONNEL DE SANTÉ**

Question	Financial	Doctors	Nurses	Technicians
<b>Le personnel de santé,</b>				
<i>Ressources humaines</i>				
dispose-t-il d'un plan pour identifier et protéger les travailleurs de la santé exposés au stress thermique ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
dispose-t-il de vêtements appropriés (par exemple, des vêtements légers et amples en coton et, si nécessaire, un chapeau) ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
dispose-t-il d'une crème solaire, d'un chapeau et d'une grande quantité d'eau potable pour les activités de plein air ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
dispose-t-il d'eau potable en cas de canicule et est-il régulièrement encouragé à consommer de l'eau ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
dispose-t-il d'un espace frais ou d'une salle de douche pour le personnel ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
dispose-t-il d'un système d'information pour gérer la sécurité et la santé au travail dans l'établissement pendant une vague de chaleur, y compris le repos du personnel ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
<i>Développement de la capacité</i>				
est-il formé aux risques liés à la santé publique et au changement climatique, y compris les impacts sanitaires liés aux canicules ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
est-il formé à la gestion des déchets dangereux (chimiques, biologiques, radiologiques) ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
est-il préparé et capable d'assurer le suivi d'un plan d'urgence en cas d'apparition de stress thermique, de maladies transmises par l'eau et l'air, et de problèmes cardiovasculaires et respiratoires ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
est-il capable de mettre en œuvre un plan d'urgence pour les urgences de santé publique, en cas d'effets de températures élevées et de contamination de l'eau et des aliments ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
est-il formé et dispose-t-il de conseils précis et clairs sur les mesures à prendre pour réduire les facteurs de risque liés à la chaleur pour le personnel ?	<input type="text" value="Non applicable"/>			
est-il conscient de la nécessité d'un plan d'action alternatif pour le personnel de santé ayant des fonctions à l'extérieur, afin de limiter leur activité aux heures du matin et du soir ou de réduire leurs demandes d'activité pendant la partie la plus chaude de la journée ou d'essayer d'alterner les périodes de travail et de repos, avec des périodes de repos dans une zone plus fraîche ? (des cycles travail-repos plus fréquents sont préférables).	<input type="text" value="Non applicable"/>			



Il s'agit de l'estimation des préjudices financiers liés à l'occurrence d'un aléa sur un actif spécifique.

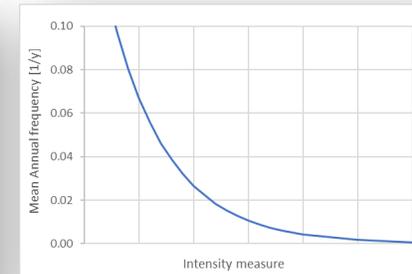
L'objectif de ce Module est d'évaluer la situation réelle des actifs. Le préjudice réel est défini par l'évaluation du préjudice annuel attendu en combinant les trois principaux aspects de l'évaluation des risques, à savoir l'aléa, la vulnérabilité et l'exposition.



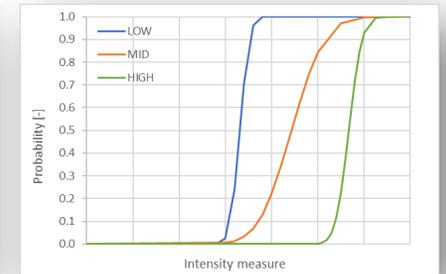
## Infrastructure / Actifs / Personnes (0)

1. Asset General Description		
Nation		
Sector		
Asset Name		
Asset Category		
Owner		
Owner Type		
Manager		
Manager Type		
2. Asset Location		
Latitude	*	
Longitude	*	
3. Specific Data about the asset		
Year Of Construction	year	
Structural Construction cost	\$	
Equipment Cost	\$	
Number of Beds	N°	
Daily Mean N° of People	N°	
Operating Theatre	N°	
Intensive care units	N°	
Construction Material		
Total Area	m <sup>2</sup>	
Footprint Area	m <sup>2</sup>	
Presence of underground floors		

## Aléa climatique (1)



## Risque et vulnérabilité (2)





Déterminer les « pertes » ou « préjudices », c'est estimer l'ampleur des conséquences d'un événement

**Impact sur l'infrastructure**

Dommages touchant le bâtiment et l'infrastructure



**Impact sur les personnes**



**Impact sur la continuité des services**

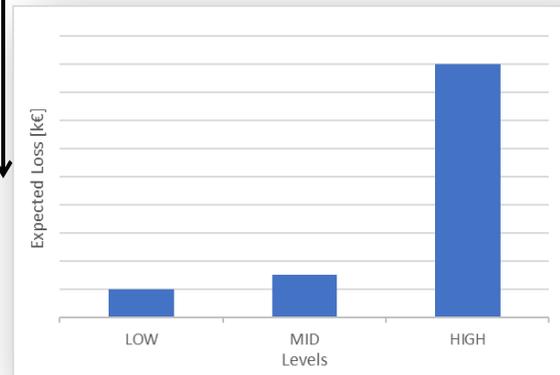
Interruption totale ou partielle des services



**Infrastructure / Actifs / Personnes (0)**

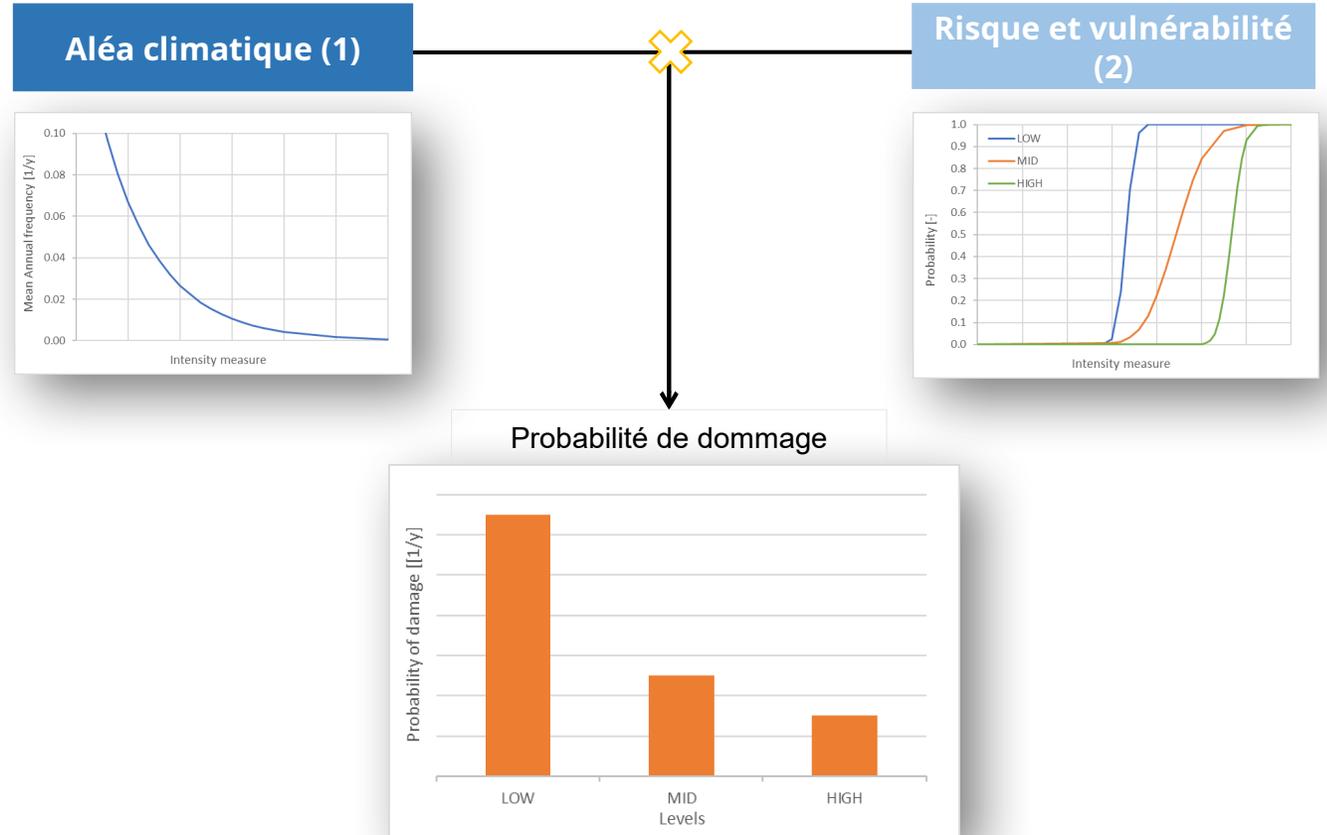
1. Asset General Description		RI	PI
Nation			
Sector			
Asset Name			
Asset Category			
Owner			
Owner Type			
Manager			
Manager Type			
2. Asset Location			
Latitude	°		
Longitude	°		
3. Specific Data about the asset			
Year Of Construction	year		
Structural Construction cost	\$		
Equipment Cost	\$		
Number of Beds	N°		
Daily Mean N° of People	N°		
Operating Theatre	N°		
Intensive care units	N°		
Construction Material			
Total Area	m <sup>2</sup>		
Footprint Area	m <sup>2</sup>		
Presence of underground floors			

Impact total



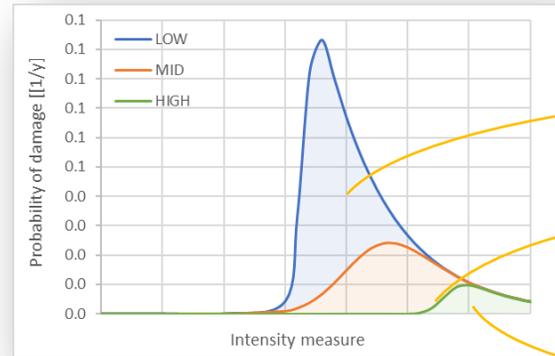


La probabilité de dommage représente la probabilité qu'un certain niveau d'impact se produise.

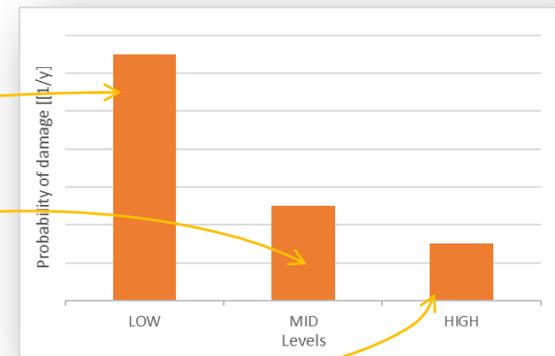




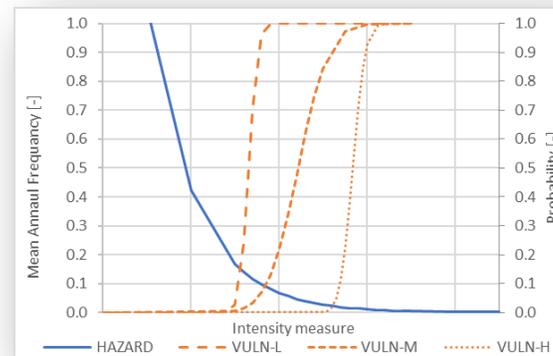
Courbe de la probabilité de dommage

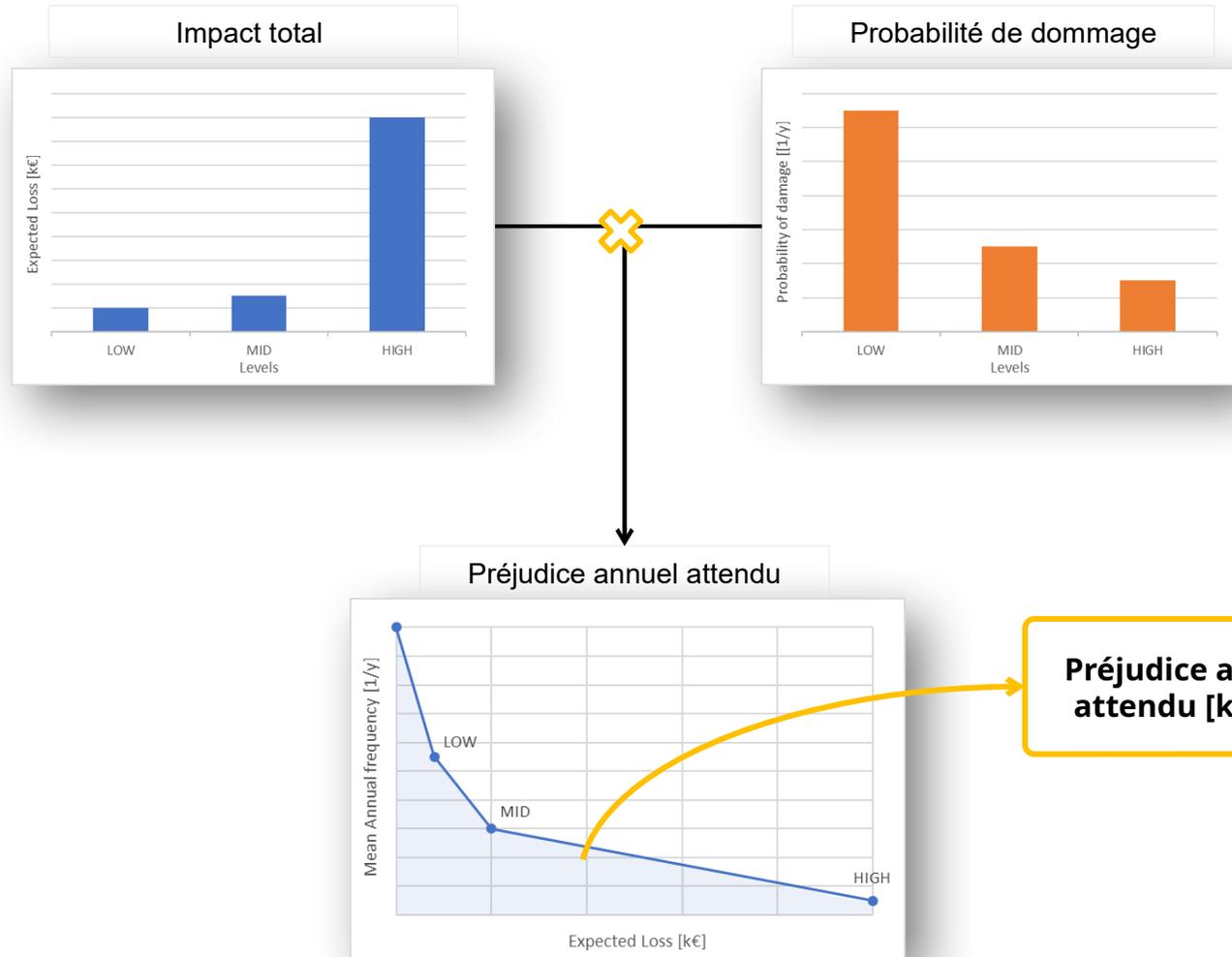


Valeur de la probabilité de dommage



Multiplication de la fréquence avec la probabilité





**Préjudice annuel attendu [k€/an]**



Une base de données de solutions d'adaptation sera proposée, classées par aléa et plusieurs autres catégories.

Category	Element	Adaptation measure	Description	Effect on adapt	Climatic Hazard Address	Secondary Hazards	Classification	Unit Cost
Infrastructure	Walls	Updating walls with improved external insulation	External wall insulation refers to a layer of insulation fixed to the outside face of an existing wall. The insulation can be finished with render or cladding.	Direct	Heatwaves	N/A	Grey	11€/m <sup>2</sup>
Infrastructure	Space considerations/ organization	Assessing opportunities to reorganize the layout of interior spaces to optimize solar gain all year round	Optimizing the distribution of spaces according their functions and therefore their solar needs	Direct	Heatwaves	N/A	Soft Grey	10000€/building
Infrastructure	Windows	Updating windows by replacing glazing with low solar gain, vacuum or smart glass alternatives or fitting existing glazing	Low solar gain glass has a thin coating that reflects heat, vacuum glazing has a smart glass fritting	Direct	Heatwaves	N/A	Grey	11€/m <sup>2</sup>
Infrastructure	Space considerations/ organization	Reinstating passive cooling solutions	Using design choices to reduce heat gain and increase heat loss	Direct	Heatwaves	N/A	Grey	1500€/building
Infrastructure	Services/ Utilities	Installing a CMV system with a double flow	A CMV or controlled mechanical ventilation is an aerologic system installed within a building. Its main function is to renew the air in a building. The ventilation network of the CMV is equipped with inlets and outlets to manage the incoming and outgoing airflow.	Direct	Heatwaves	N/A	Grey	5000€/unit
Infrastructure	Roof, Vegetation	Setting-up a green roof (intensive or extensive)	A green roof system is an extension of the existing roof which involves, at a minimum, high quality waterproofing, root repellent system, drainage system, filter cloth, a lightweight growing medium, and plants. An intensive green roof has more soil depth	Direct	Heatwaves	Flooding	Green	Intensive: 250€/m <sup>2</sup> Extensive: 140€/m <sup>2</sup>
Infrastructure	Walls, Vegetation	Setting-up green facades	A green façade is a wall completely or partially covered with greenery. A green façade with climbing plants uses a trellis system to hold the vines of plants that are rooted in the ground or containers.	Direct	Heatwaves	N/A	Green	800€/m <sup>2</sup>
Infrastructure	Roof	Painting or choosing light-coloured and reflective materials for a strong albedo in roofs or other	A coating of light or white colours reflect more of the sunlight and reduce the heat gained by building materials. Special surface coatings or materials using nanotechnologies to create minuscule mirrors can be used to reflect incoming sunlight and thereby avoid heating the building.	Direct	Heatwaves	N/A	Grey	800€/m <sup>2</sup>
		Installing a solar protection system, exterior shading for windows, shutters set into						



Ce module est étroitement lié au module des préjudices financiers.

Si le module 3 permet d'évaluer les dommages annuels liés au changement climatique, l'objectif du module M5 est d'envisager la mise en œuvre de différentes trajectoires d'adaptation et **d'évaluer le coût des dommages évités en les comparant au coût de la mise en œuvre.**



Inputs :

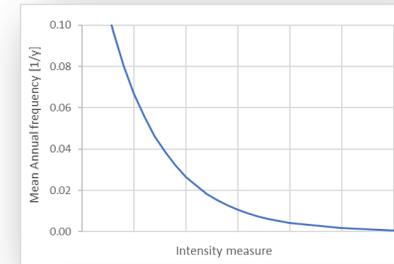
**Infrastructure / Actifs / Personne (0)**

**Caractéristiques et contexte**

1. Asset General Description	
Nation	
Region	
Asset Name	
Asset Category	
Owner	
Owner Type	
Manager	
Manager Type	
2. Asset Location	
Latitude	
Longitude	
3. Specific Data about the asset	
Year of construction	year
Structural Construction cost	€
Equipment Cost	€
Number of beds	NP
Acute Mean no of patients	NP
Operating Hours	NP
Intensive care units	NP
Construction Material	
Total Area	m <sup>2</sup>
Footprint Area	m <sup>2</sup>
Presence of underground floors	

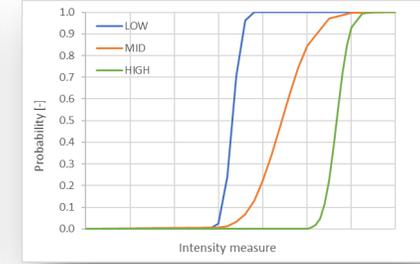
**Aléa climatique (1)**

**Aléa**



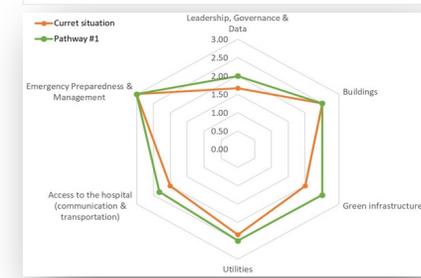
**Risques et vulnérabilité (2)**

**Vulnérabilité**



**Solutions d'adaptation (4)**

**Trajectoire d'adaptation**

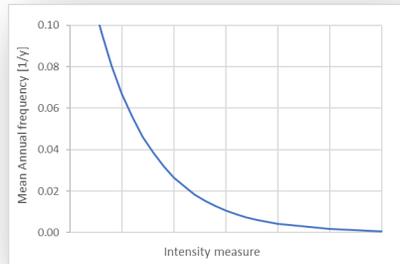




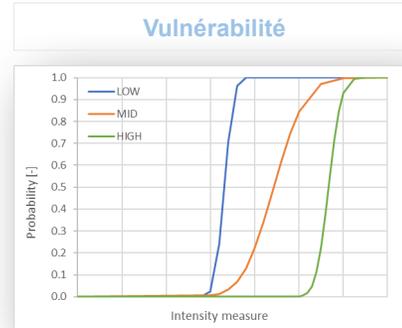
**Infrastructure / Actifs/ Personnes (0)**  
**CHARACTERISTIC & CONTEXT**

1. Asset General Description	
Name	
Sector	
Asset Name	
Asset Category	
Owner	
Owner Type	
Manager	
Manager Type	
2. Asset Location	
Latitude	
Longitude	
3. Specific Data about the asset	
Year Of Construction	year
Structural Construction cost	€
Replacement cost	€
Number of Beds	no
Body Mass Index of Patients	no
Operating Hours	no
Intensive Care units	no
Construction Material	
Retail Area	m <sup>2</sup>
Hospital Area	m <sup>2</sup>
Presence of underground floors	

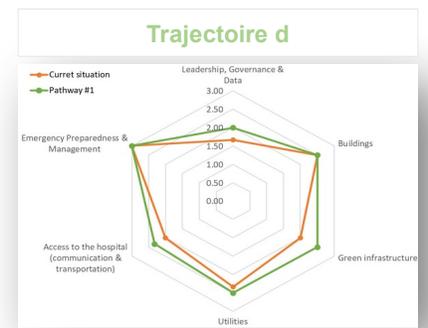
**Aléa climatique (1)**  
**HAZARD**



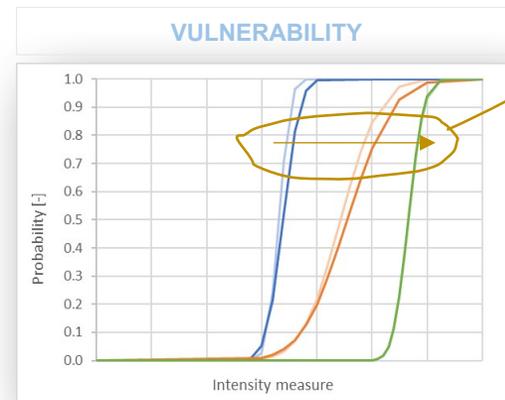
**Risques et vulnérabilité (2)**



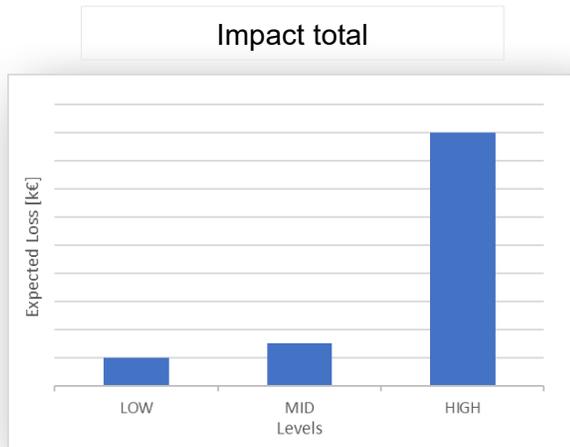
**Solutions d'adaptation (4)**



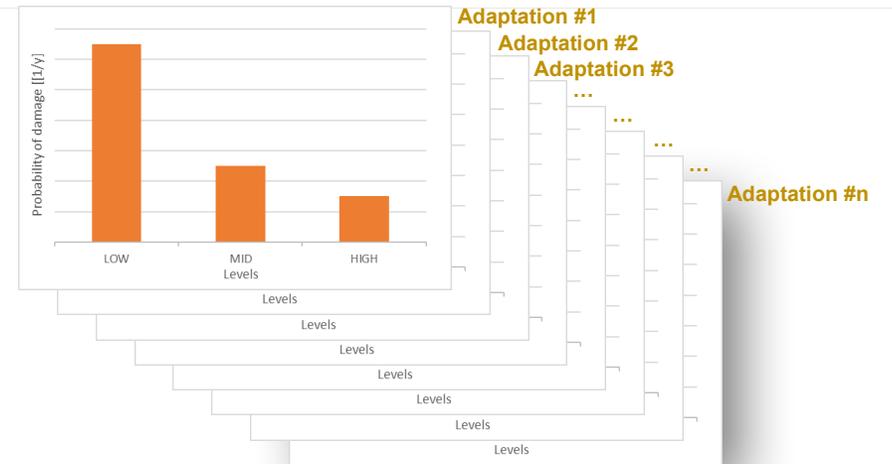
**Risques et vulnérabilité (2)**



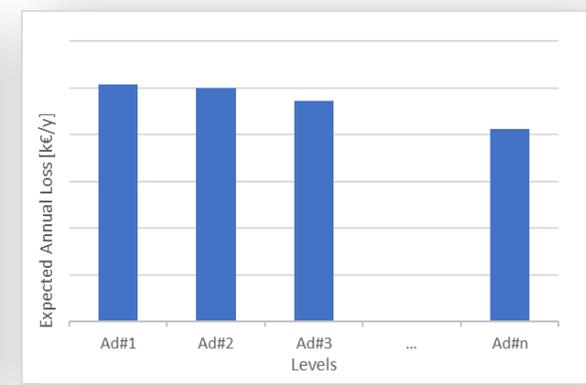
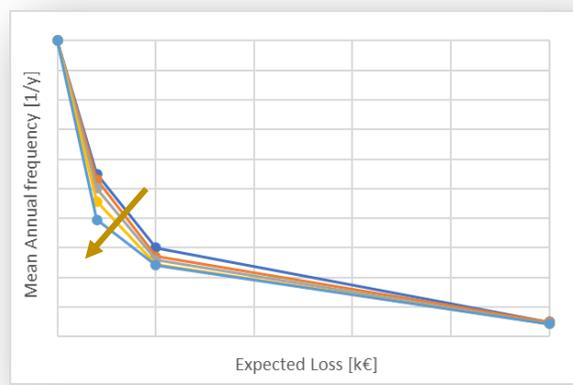
Risques et vulnérabilité recalculés après la mise en place des mesures d'adaptation.



Probabilité de dommage après la mise en place de solutions d'adaptation



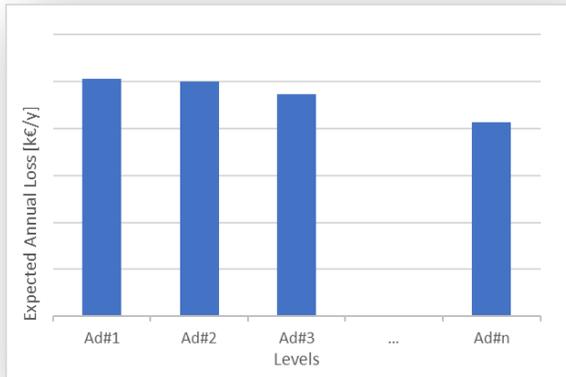
Préjudices annuels attendus



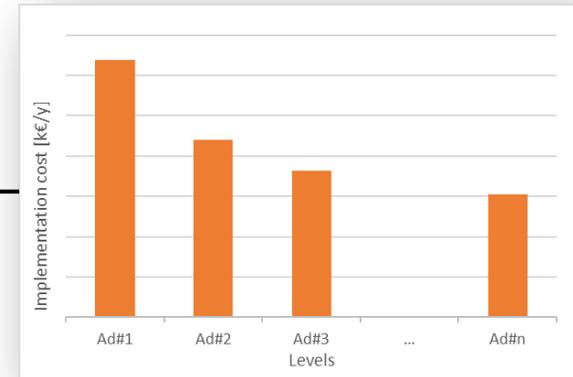
Nouvelle valeur des préjudices annuels attendus après la mise en oeuvre des solutions d'adaptation [k€/y]



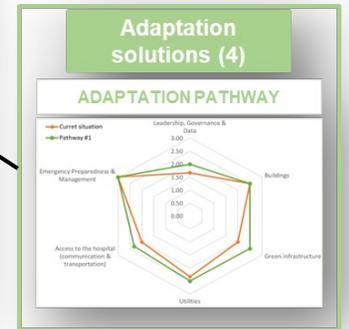
Pertes annuelles anticipées



Coûts d'implémentation



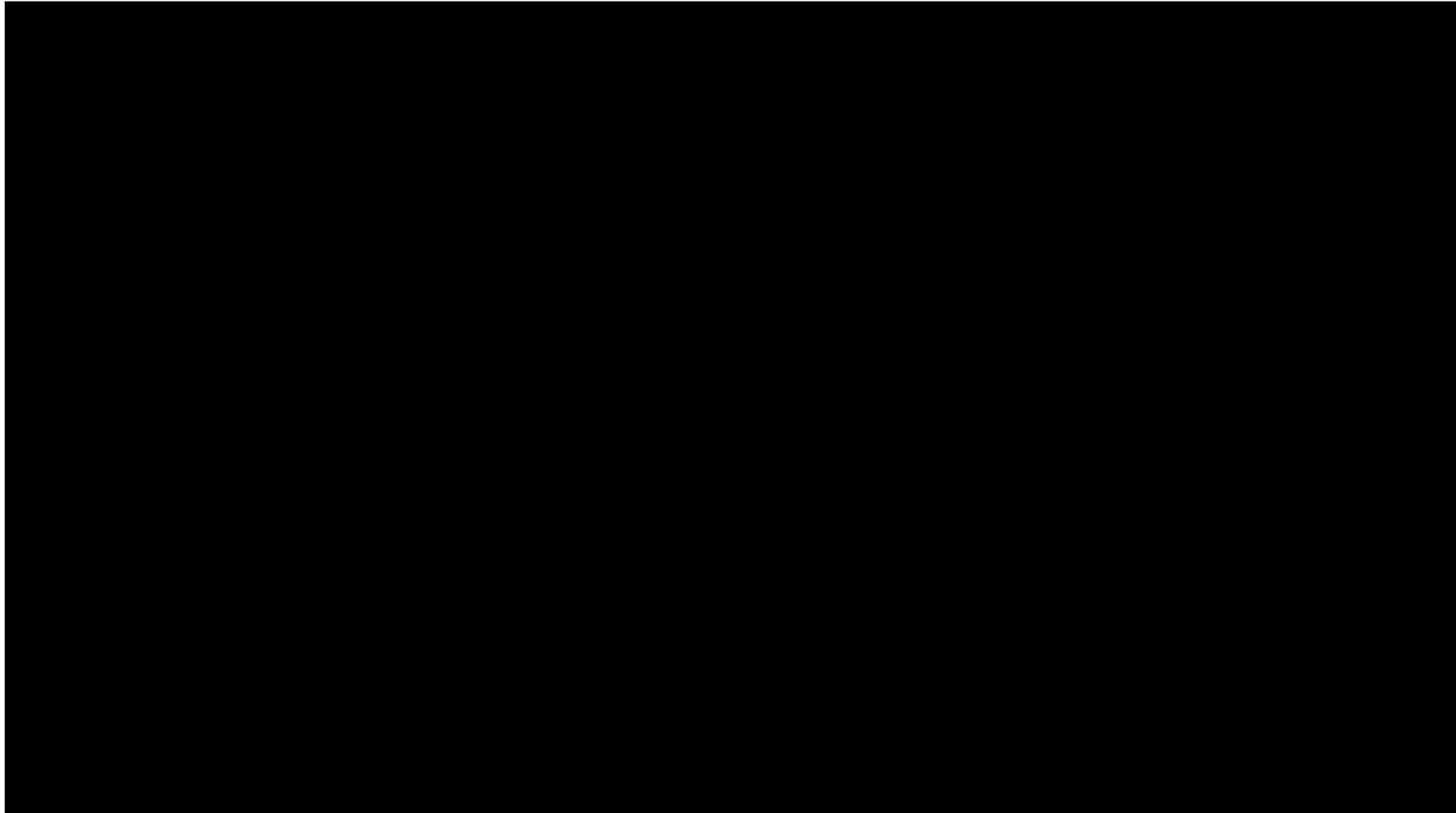
Input sur les solutions d'adaptation du module (4)



Economies totales







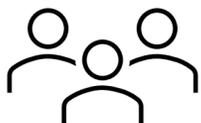
# Vue d'ensemble de la boîte à outils

## Sources de données

---



Données sur  
l'infrastructure  
hospitalière



Expertise des usagers  
et du personnel  
hospitalier



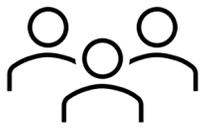
Données climat

Sources de données

Diagnostic de vulnérabilité



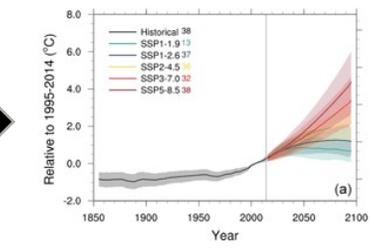
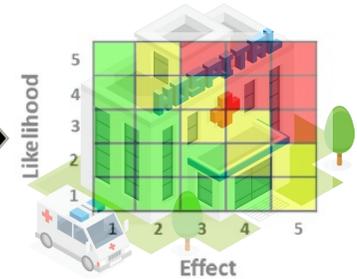
Données sur l'infrastructure hospitalière



Expertise des usagers et du personnel hospitalier



Données climat



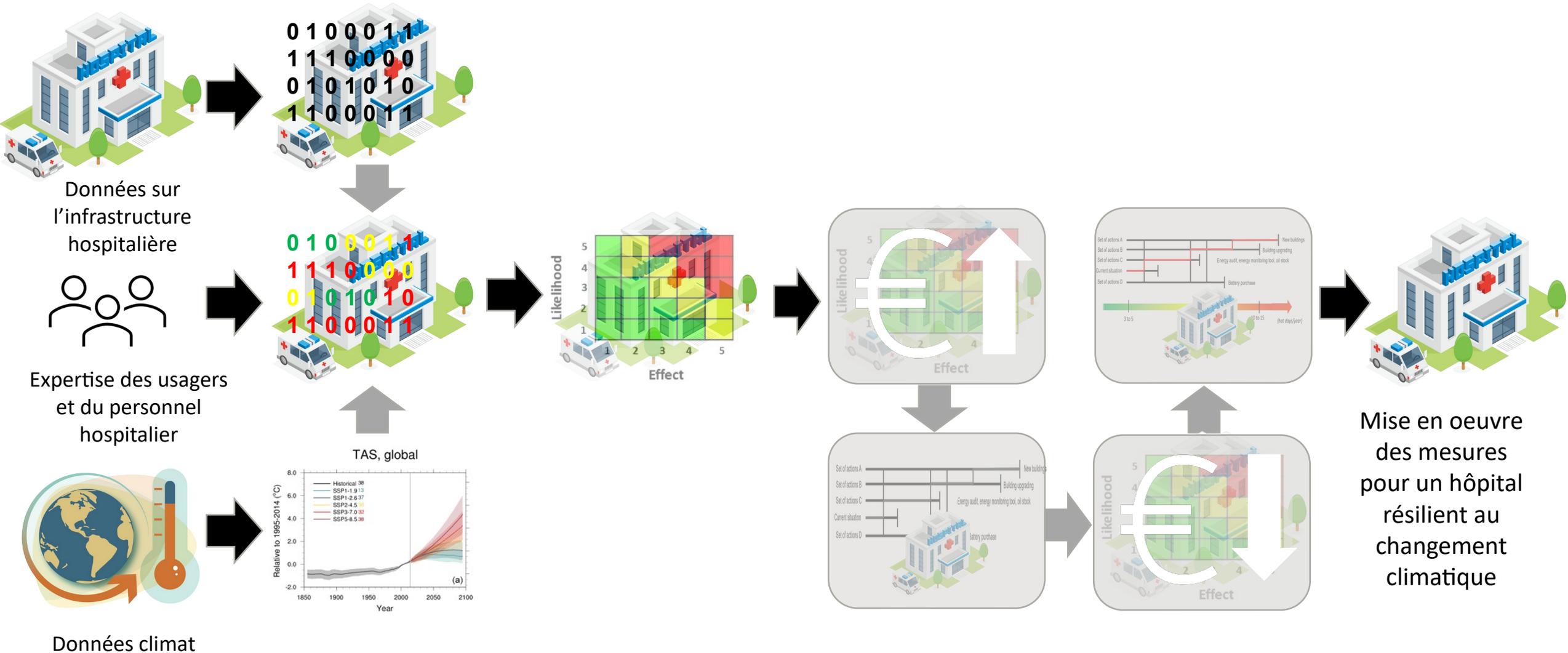
TAS, global



### Sources de données

### Diagnostic de vulnérabilité

### Planification et quantification de l'adaptation

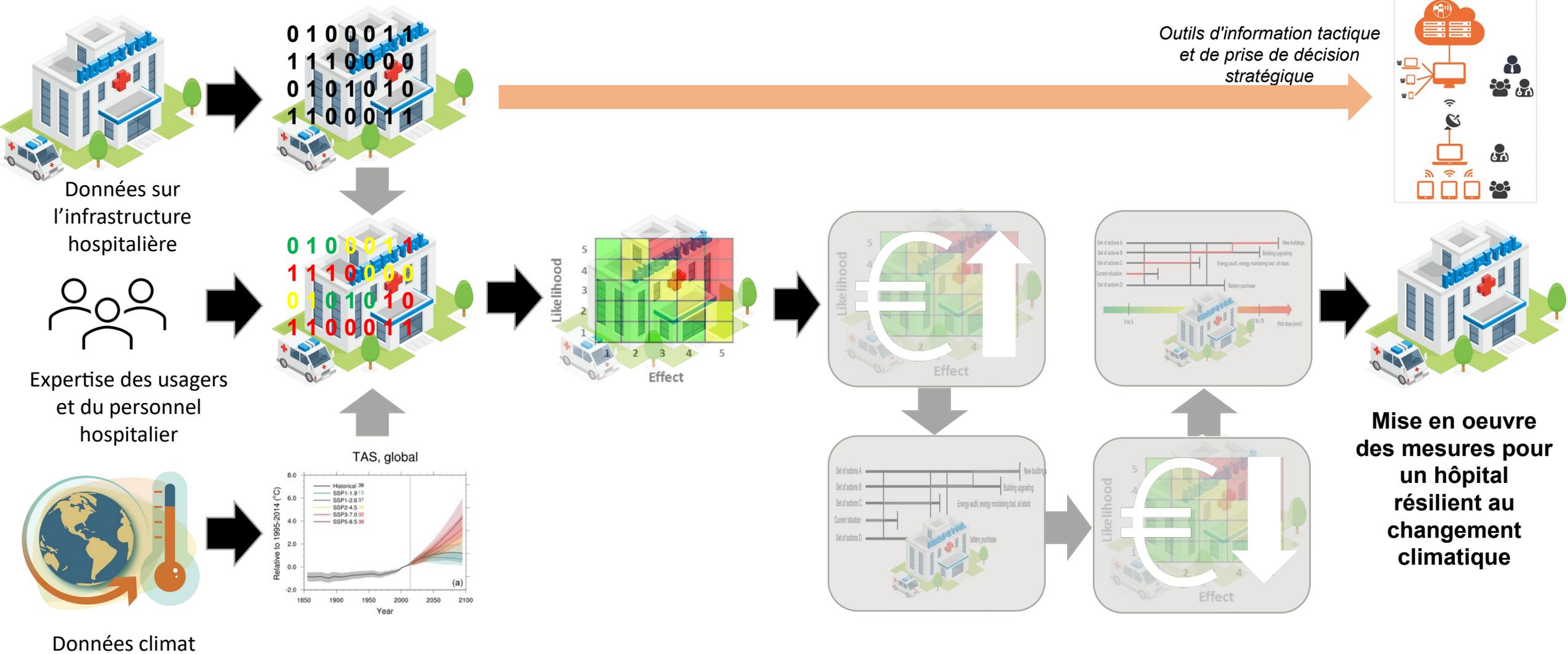


## Sources de données

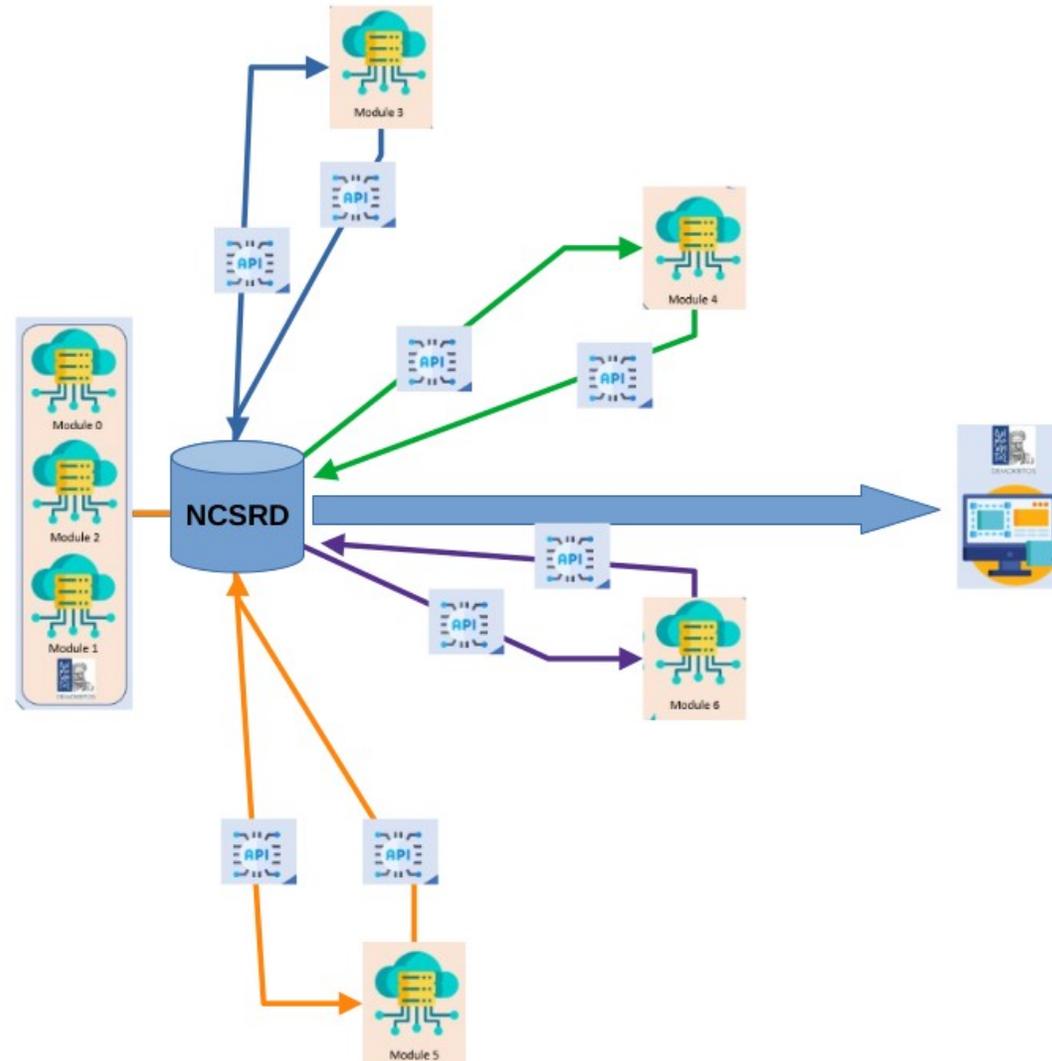
## Diagnostic de vulnérabilité

## Planification et quantification de l'adaptation

## Gestion de crise



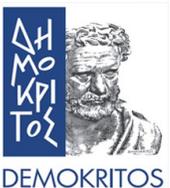
**Une API pour connecter les différents modules, une plateforme unique pour les visualiser**





CADRE DE RÉSILIENCE AU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE  
POUR LES SYSTÈMES DE  
SANTÉ ET LES HÔPITAUX

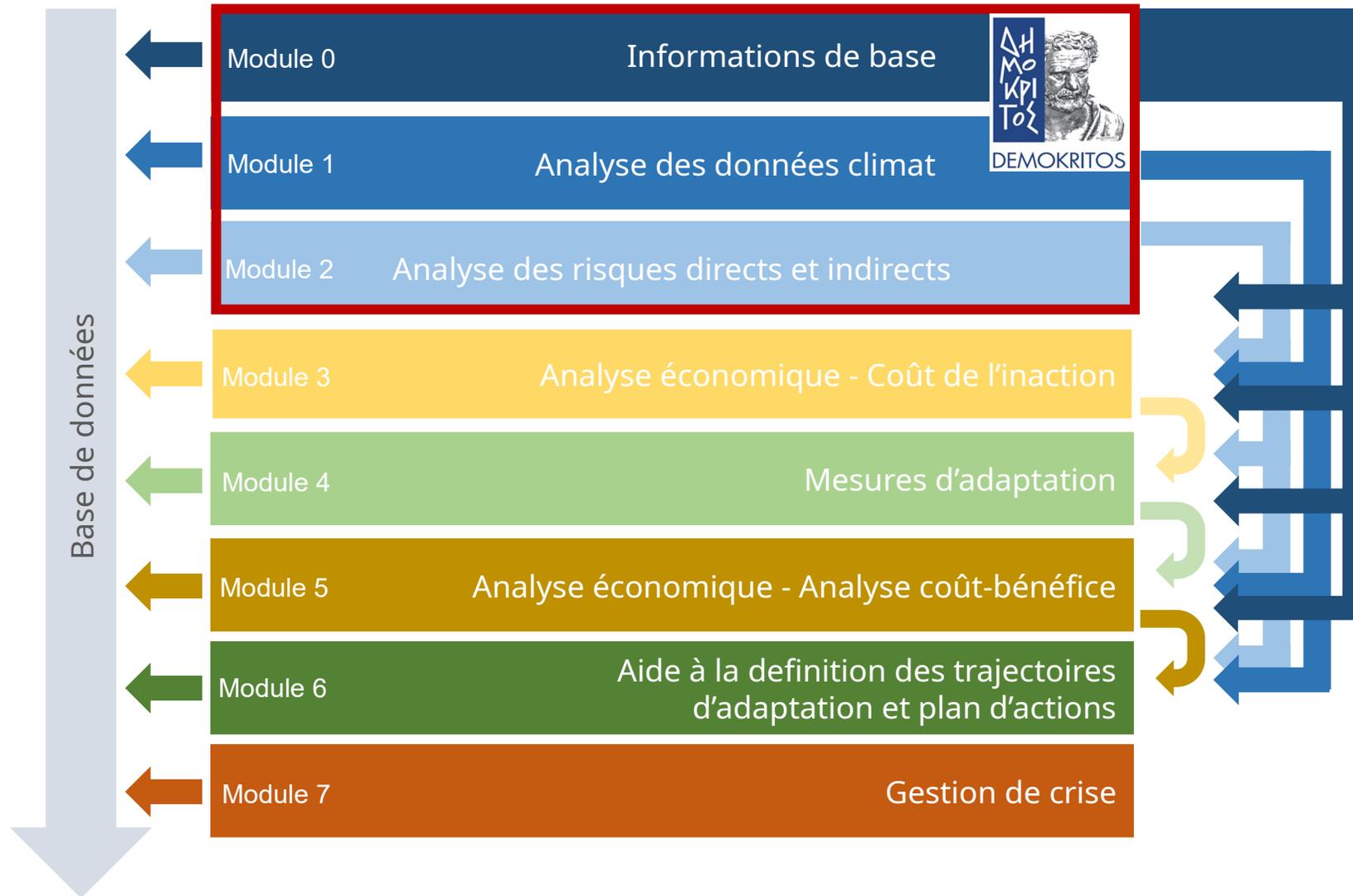
# 4. Atelier 1 : Tester l'outil de diagnostic des risques climatiques



Dr. Stelios Karozis

Collaborating Research / Project Manager

National Centre for Scientific Research "Demokritos"



 **Consultez le lien :**

[https://mssg.ipta.demokritos.gr/life-resystal-tm/?page\\_id=39](https://mssg.ipta.demokritos.gr/life-resystal-tm/?page_id=39)

**Lien vers l'outil :**



Ou

<https://7of9.ipta.demokritos.gr:8000/en/dashboard>



Climate change  
REsilience framework  
for health SYStems and  
HospiTALs

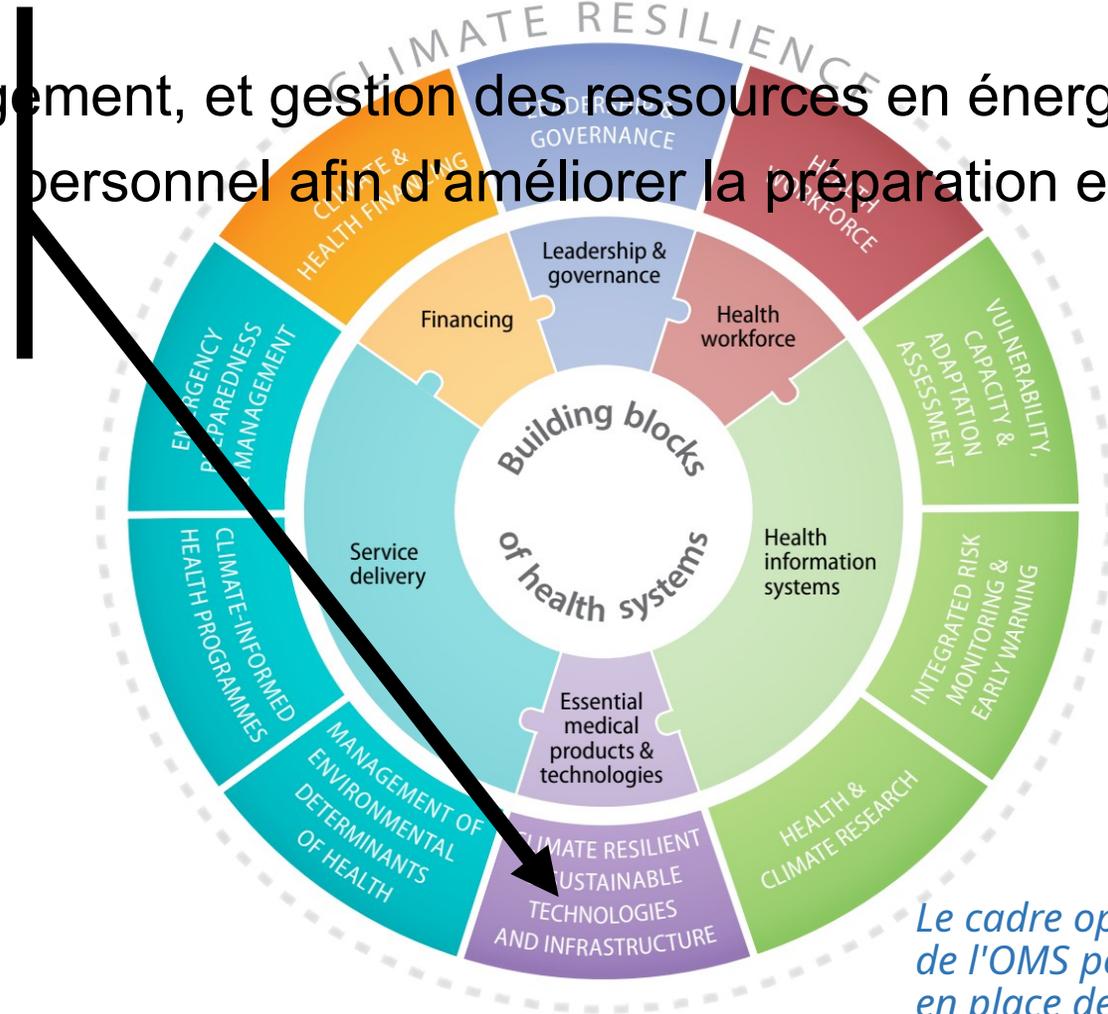
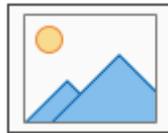
**Investissements résilients au climat**

**Revue des pratiques actuelles et  
introduction à l'inventaire de  
l'adaptation structurelle des hôpitaux**

# ORIENTATION



ériaux, conception et configuration de l'aménagement, et gestion des ressources en énergie et en e  
ces, les processus et les ressources au sein du personnel afin d'améliorer la préparation et d'accélé



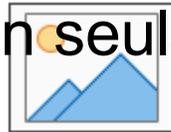
*Le cadre opérationnel de l'OMS pour la mise en place de systèmes de santé résilients au climat*

# RÉSULTATS ATTENDUS DE LA SESSION



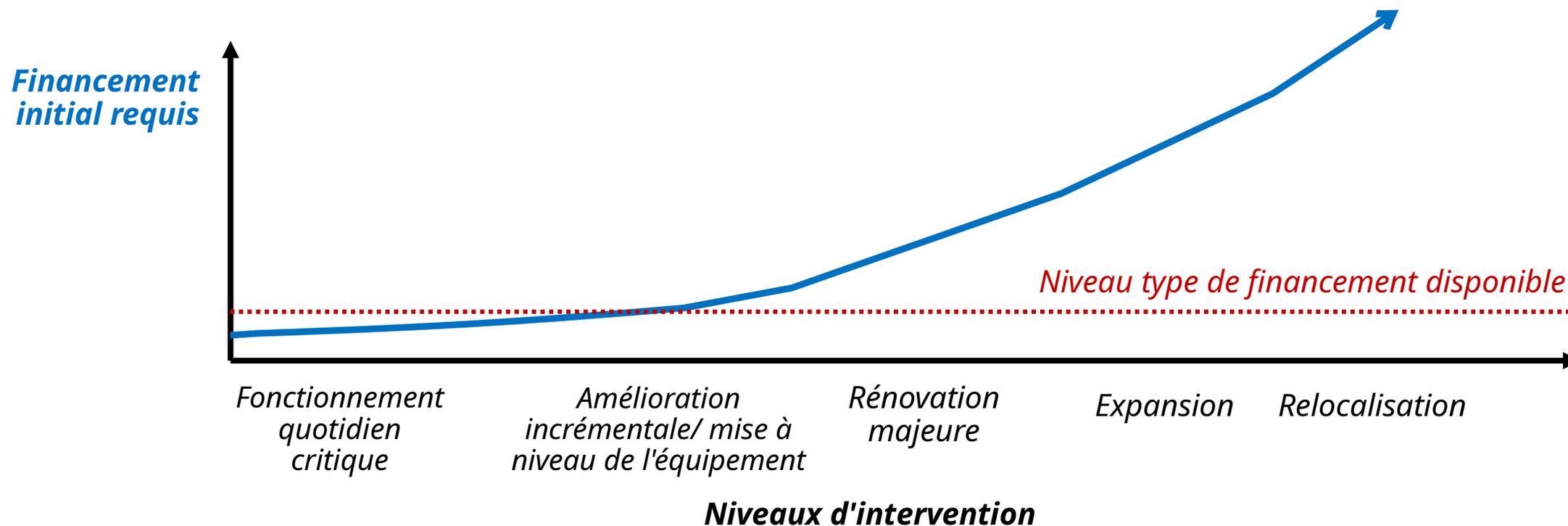
Comprendre ce qu'est une adaptation structurelle  
Analyser les cas d'adaptation climatique des hôpitaux et les facteurs qui les motivent  
Évaluer la capacité à créer un dossier d'investissement\*.

Cet objectif ne sera pas atteint par cette session seule, mais avec le projet LIFE RESYSTAL à terme.



# GESTION DES ACTIFS ET DES RISQUES CLIMATIQUES

- dans notre cas, les actifs physiques. Il s'agit d'équilibrer les risques, les coûts, les opportunités et les performances



# SOURCES D'ORIENTATION : CHANGEMENT CLIMATIQUE ET GESTION DES ACTIFS



Éditeur	Titre du rapport	Objectifs	Pertinence pour le secteur de la santé/les domaines hospitaliers
Organisation des Nations Unies (ONU)	Gestion des infrastructures pour un développement durable : un manuel à l'intention des gouvernements locaux et nationaux	Fournir des conseils pratiques aux gouvernements locaux et nationaux, au niveau opérationnel et de la planification, sur la manière de gérer les actifs d'infrastructure pour un développement durable.	Reconnaît la nécessité d'une meilleure gestion des actifs dans le secteur de la santé, notamment pour faire face aux urgences sanitaires et aux pressions liées au changement climatique.
Principes des Nations Unies pour l'investissement responsable	Le changement climatique pour les propriétaires d'actifs	Présenter le thème du changement climatique aux propriétaires d'actifs. Il vise à expliquer l'importance du changement climatique dans le contexte du processus d'investissement et comment l'intégrer dans les politiques d'investissement responsable.	Destiné aux propriétaires et gestionnaires d'actifs d'infrastructures publiques.
Fonds monétaire international	Renforcer la gouvernance des infrastructures pour des investissements publics sensibles au climat	Aider les gouvernements à identifier les améliorations potentielles dans les institutions et les processus d'investissement public pour construire des infrastructures à faibles émissions de carbone et résilientes au changement climatique.	
Organisation internationale de normalisation	ISO 14090:2019	Fournir des lignes directrices aux organisations de toutes tailles et de tous types dont les activités, produits et services pourraient être menacés par le changement climatique. L'accent est mis sur l'adaptation au changement climatique.	
Agence britannique pour l'environnement	Impact du changement climatique sur la détérioration des actifs Rapport - SC120005/R1	Développer des informations et des méthodes qui aideront à soutenir la prise de décision future dans le contexte du changement climatique, en particulier pour les risques d'inondation et d'érosion côtière pesant sur les infrastructures critiques.	
Gestion d'actifs Colombie-Britannique, Canada	Changement climatique et gestion des actifs : guide pour une prestation de services durable	Intégrer les risques climatiques dans les cadres de gestion des actifs et de lutte contre les changements climatiques de la Colombie-Britannique afin d'influencer les pratiques de gestion.	
La Coalition pour des investissements résilients au changement climatique	Méthodologie d'évaluation des risques climatiques physiques, Lignes directrices pour l'intégration des risques climatiques physiques dans l'évaluation des investissements en infrastructures	Intégrer les risques climatiques physiques dans l'évaluation des infrastructures.	

# SOURCES D'ORIENTATION : SPÉCIFIQUES AU SECTEUR DE LA SANTÉ



Éditeur	Titre du rapport	Objectifs	Pertinence pour le secteur de la santé/les domaines hospitaliers
Le groupe des investisseurs institutionnels sur le changement climatique	Gestion des risques climatiques physiques : étapes clés pour les propriétaires et les gestionnaires d'actifs	Promouvoir une évaluation dynamique de l'impact des risques climatiques physiques qui peuvent être intégrés dans la prise de décision d'investissement grâce à la science du climat, à la gestion et à l'ingénierie des actifs d'infrastructure et au financement des infrastructures.	Destiné aux propriétaires et gestionnaires d'actifs d'infrastructures publiques.
Ministère de la Santé du Royaume-Uni	Note sur le bâtiment de santé 00-07 Planification d'un parc de soins de santé résilient	Aider les prestataires financés par le NHS à déterminer les niveaux appropriés de résilience des sites, des bâtiments et des installations face à un large éventail d'urgences, de dangers et de menaces ainsi qu'à leurs impacts et conséquences, y compris la résilience aux impacts du changement climatique.	Très spécifique pour les parcs hospitaliers et les gestionnaires d'actifs de ce type d'infrastructures.
Initiative du ministère américain de la Santé et des Services sociaux pour des établissements de soins de santé durables et résilients au changement climatique	Une boîte à outils pour des installations durables et résilientes au climat	Aider à évaluer la vulnérabilité grâce à une boîte à outils en ligne et documenter les installations médicales et les suggestions pour renforcer la résilience dont les risques climatiques, la protection des infrastructures et la planification de la résilience sont certains de ses piliers.  Un ajout récent est un document de haut niveau intitulé « Élaboration d'un plan de résilience climatique pour les organisations de soins de santé : considérations clés » qui a été publié.	
Organisation mondiale de la santé	Sécurité des hôpitaux en cas d'urgence et de catastrophe : indicateurs structurels, non structurels et fonctionnels	Servir de guide pour une meilleure évaluation structurelle et non structurelle et des vulnérabilités fonctionnelles. Également, promouvoir la construction d'hôpitaux résilients et la modernisation des structures existantes.	
Des soins de santé sans danger	Lutte contre le changement climatique dans le milieu des soins de santé Possibilités d'action	Proposer une approche multidimensionnelle pour l'exploitation des installations : transport, énergie/exploitation, énergie/environnement bâti, déchets et restauration et promouvoir l'atténuation et l'adaptation au changement climatique.	

# ADAPTATION AU CLIMAT OU ATTÉNUATION DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, RAPPEL



## **Adaptation\* (au changement climatique) :**

Ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques réels ou prévus ou à leurs effets, qui atténue les dommages ou exploite les opportunités bénéfiques.

## **Adaptation structurelle :**

Les interventions directement liées à l'infrastructure physique et aux terrains associés. Par exemple, la rénovation des bâtiments et des services, le choix des matériaux, la conception et la configuration de l'aménagement, et la gestion des ressources en énergie et en eau.

## **Atténuation\*:**

Intervention anthropique visant à réduire les sources ou à augmenter les puits de gaz à effet de serre.

## **Net Zero\*\*:**

"Réduction des émissions à un niveau aussi proche que possible de zéro".

\*Definitions IPCC 2001 AR

\*\* Definition de UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2021

# COMMENT LES ADAPTATIONS STRUCTURELLES PEUVENT-ELLES S'APPLIQUER À UN ÉTABLISSEMENT HOSPITALIER\* ?



Bâtiments	Services	Site	Communications/IT & transport
Structure principale	Chauffage	Infrastructure verte (arbres, végétation...)	Unité centrale IT
Équipements	Rafrâichissement	Infrastructure bleue	Systemes de communication
Aménagement/ ameublement	Electricité	Infrastructure grise (zones pavées: routes, aires de stationnement...)	Ambulances
	Eau		Autres véhicules
	Déchets		
	Equipement médicaux		

# COMMENT LES ADAPTATIONS STRUCTURELLES PEUVENT-ELLES S'APPLIQUER À UN ÉTABLISSEMENT HOSPITALIER\* ?



Bâtiments	Services	Site	Communications/IT & transport
Structure principale	Chauffage	Infrastructure verte (arbres, végétation...)	Unité centrale IT
Équipements	Rafrâichissement	Infrastructure bleue	Systemes de communication
Aménagement/ ameublement	Electricité	Infrastructure grise (zones pavées: routes, aires de stationnement...)	Ambulances
	Eau		Autres véhicules
	Déchets		
	Equipement médicaux		

# QU'EST-CE QU'UNE ADAPTATION STRUCTURELLE ?

- Toiture végétalisée
- Matériaux mur/ toit
- Vitrage
- Ventilation/ climatisation
- Structures renforcées
- Gestion de la ressource de l'eau



- Installation mécanique
- Chauffage
- Localisation/ relocalisation des fonctions critiques
- Aménagement paysager
- Infrastructure de protection contre les inondations

Image générée à l'aide de Canva à partir de l'énoncé : Un groupe de très vieux bâtiments hospitaliers de base, dont un bâtiment avec un toit vert, entouré d'une vaste zone de terrains paysagers. Montrer les zones arborées et les zones sèches et ouvertes sans arbres. Situés avec une rivière d'un côté. Arrière-plan de la ville. Créé le 21/10/2023

# UN INVENTAIRE DES MESURES D'ADAPTATION PHYSIQUE



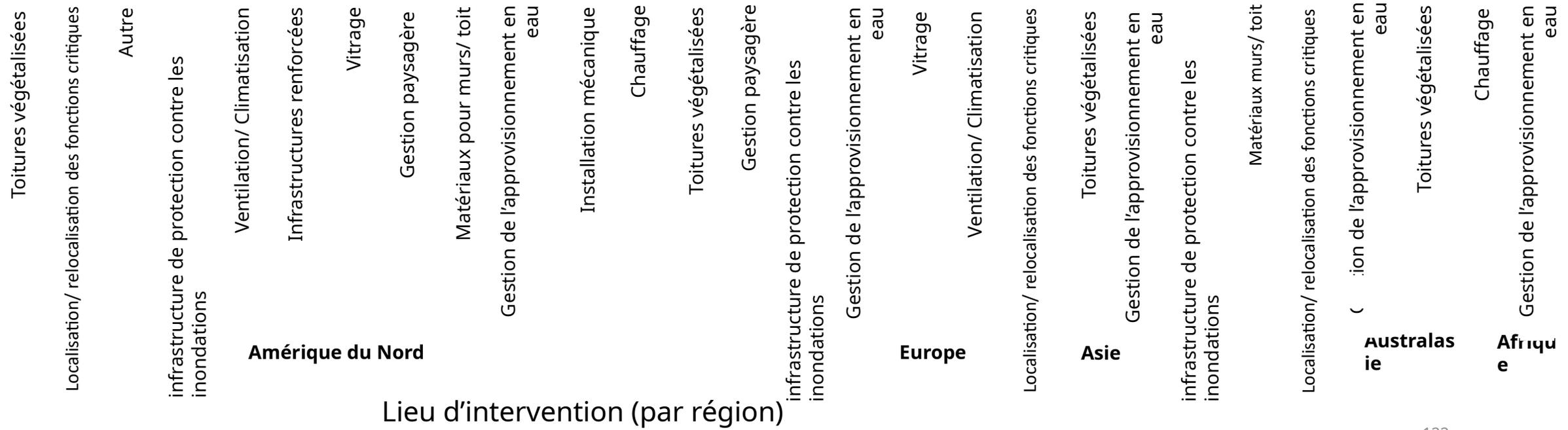
Structurelle  
 Intervention (12 catégories de  
 sur le lieu d'implantation  
 technique  
 de l'investissement



Region	Location	Hospital	Intervention	Intervention - Category	Primary climate-related hazard	Reason for taking action	Primary reason for taking action - category	Citation	Citation - Category	Citation ID	Hospital status	Funding source
Asia	Dhulikhel, Nepal	Dhulikhel hospital	Three types of recharge ponds, excavated ponds, embankment ponds and contour trenches	Water supply/management	Drought	Key stakeholders in Dhulikhel realised the problem of declining water flow in local springs and worked with a local organisation, the Southasia Institute of Advanced Studies (SIAS), to pilot water recharge techniques.	Water security	<a href="https://cdkn.org/sites/default/files/2022-11/Nbs%20Compendium_Nov%202022_final_web.pdf">https://cdkn.org/sites/default/files/2022-11/Nbs%20Compendium_Nov%202022_final_web.pdf</a>	Network platform	Source 06	Land management	N/A
Europe	Hillerød, Denmark	New North Zealand Hospital	External ponds and streams were established to provide water storage	Landscape management	Floods	In Denmark, new buildings must be able to withstand future climate challenges and building regulations apply.	Future risk assessment	<a href="https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/new-north-zealand-hospital-a-resilient-acute-care-hospital-for-the-future-hillerod-denmark/#adapt_options_anchor">https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/new-north-zealand-hospital-a-resilient-acute-care-hospital-for-the-future-hillerod-denmark/#adapt_options_anchor</a>	Government platform	Source 07	New build (2025)	Government funding
North America	Ohio, USA	The Ohio State University Wexner Medical Center (7 hospitals)	100-year flood protection through a new, certified levy and creation of 18 acres of new greenspace along the river	Landscape management	Floods	Commitment to mitigating climate change and building climate resilience.	Meet sustainability objectives	<a href="https://essentialhospitals.org/wp-content/uploads/2019/11/FH-Climate-Resiliency-Report-November-2019.pdf">https://essentialhospitals.org/wp-content/uploads/2019/11/FH-Climate-Resiliency-Report-November-2019.pdf</a>	Network platform	Source 08	Land management	Government funding
North America	Vermont, USA	Fletcher Allen Health Care's Radiology Oncology Center	Installation of green roofs	Green roofs	Heatwaves/colds/pells	Businesses often pride themselves on going green when building and expanding, striving toward coveted leadership in energy, environment and design.	Multiple - emphasis on social aspects	<a href="https://eu.burlingtonexpress.com/story/bf/green-mountains/2014/09/25/green-roofs-popularity/16207407/">https://eu.burlingtonexpress.com/story/bf/green-mountains/2014/09/25/green-roofs-popularity/16207407/</a>	Self reporting	Source 09	Retrofit	N/A
North America	Saskatchewan, Canada	Regina General Hospital	Cooling tower and chiller capacity was increased by 50% to meet the new elevated cooling and dehumidification loads	Ventilation/air conditioning	Heatwaves/colds/pells	Elevated humidity was hampering its ability to adequately condition interior air, levels of humidity being experienced in recent summers were beyond plant capacity. More frequent and severe heat waves are anticipated. In 2007, the humidity issue was so extreme that Regina General was forced to close their suite of operating rooms for approximately eight days for all but life-critical surgeries.	Experience of an event	<a href="https://greenhealthcare.ca/resiliency/images/publications/3-Resiliency-Profile-Regina.pdf">https://greenhealthcare.ca/resiliency/images/publications/3-Resiliency-Profile-Regina.pdf</a>	Network platform	Source 10	Retrofit	N/A
North America	Winnipeg, Canada	Winnipeg's Health Sciences Centre	Backflow prevention valves have also been installed on all sewer systems	Flood protection infrastructure	Floods	Two types of flooding events frequently impact the Health Sciences Centre. It is located near the convergence of two rivers which flood in spring. It is also exposed to extreme storm events, which have increased in frequency.	Experience of an event	<a href="https://greenhealthcare.ca/resiliency/images/publications/3-Resiliency-Profile-Winnipeg.pdf">https://greenhealthcare.ca/resiliency/images/publications/3-Resiliency-Profile-Winnipeg.pdf</a>	Network platform	Source 10	Retrofit	N/A
Africa	Cape Town, South Africa	District Six Clinic	Rain water harvesting system: The harvesting reservoir is 6x5000 litre tanks, which are fed from roof runoff collected by hidden downpipes. These divert runoff to the tanks under gravity via a rooftop leaf trap and two centrifugal filters. These cleaning mechanisms are essential to maintain water quality. Other storage tanks can store potable mains water.	Water supply/management	Drought	Needed to reduce reliance on municipal water and build water resilience to maintain clinical operation amidst an intense drought. Save water & reduce cost.	Water security	<a href="https://greenhospitals.org/sites/default/files/2021-09/Nbsa%20Blue%20Mountains%20Case%20Health%20in%20Water%20Harvesting%20%20District%20Six%20Clinic%20%20South%20Africa.pdf">https://greenhospitals.org/sites/default/files/2021-09/Nbsa%20Blue%20Mountains%20Case%20Health%20in%20Water%20Harvesting%20%20District%20Six%20Clinic%20%20South%20Africa.pdf</a>	Network platform	Source 11	New build (2018)	N/A
Australasia	New South Wales, Australia	Nepean Blue Mountains Local Health District	Mechanical plant upgrades including boilers, chillers and domestic hot water	Heating	Heatwaves/colds/pells	The NBMUHD Sustainability Plan 2019 - 2023 (the Plan) was developed to provide a solid platform for implementing sustainable and climate resilient health care practices now and into the future.  NBMUHD have dealt with significant challenges in 2019/21. The District suffered through catastrophic bush fires from Nov 19 through to Jan 20, due to increased temperatures and prolonged drought. These were rapidly overtaken	Experience of an event	<a href="https://greenhospitals.org/sites/default/files/2021-09/Nbsa%20Blue%20Mountains%20Case%20Health%20in%20Water%20Harvesting%20%20District%20Six%20Clinic%20%20South%20Africa.pdf">https://greenhospitals.org/sites/default/files/2021-09/Nbsa%20Blue%20Mountains%20Case%20Health%20in%20Water%20Harvesting%20%20District%20Six%20Clinic%20%20South%20Africa.pdf</a>	Network platform	Source 11	Retrofit	Government funding

# Charte des cas interventions identifiées: par type, aléa primaire et région

← Nombre d'interventions identifiées



- Feux de forêts
- Tempête
- Vagues de chaleur/ de froid
- Inondations
- Sécheresse

Figure: Mesures d'adaptation structurelle catégorisées selon les régions

# Charte des cas interventions identifiées: par type, aléa primaire et région



Feux de  
forêts

Tempête

Vagues de chaleur/ de  
froid

Inondation  
s

Sécheres  
se

## Toitures végétalisées

Localisation/ relocalisation des fonctions critiques

Autre

infrastructure de protection contre les  
inondations

Ventilation/ Climatisation

Infrastructures renforcées

Vitrage

Gestion paysagère

Matériaux pour murs/ toit

Gestion de l'approvisionnement en  
eau

Installation mécanique

Chauffage

Toitures végétalisées

Gestion paysagère

infrastructure de protection contre les  
inondations

Gestion de l'approvisionnement en  
eau

Vitrage

Ventilation/ Climatisation

Localisation/ relocalisation des fonctions critiques

Toitures végétalisées

Gestion de l'approvisionnement en  
eau

infrastructure de protection contre les  
inondations

Matériaux murs/ toit

Localisation/ relocalisation des fonctions critiques

Gestion de l'approvisionnement en  
eau

Toitures végétalisées

Chauffage

Gestion de l'approvisionnement en  
eau

**Amérique du Nord**

**Europe**

**Asie**

**Australas  
ie**

**Africqu  
e**

Lieu d'intervention (par région)

# Charte des cas interventions identifiées: par type, aléa primaire et région



- Feux de forêts
- Tempête
- Vagues de chaleur/ de froid
- Inondations
- Sécheresses

## Toitures végétalisées

Localisation/ relocalisation des fonctions critiques

Autre

infrastructure de protection contre les inondations

Ventilation/ Climatisation

Infrastructures renforcées

Vitrage

Gestion paysagère

Matériaux pour murs/ toit

Gestion de l'approvisionnement en eau

Installation mécanique

Chauffage

## Toitures végétalisées

Gestion paysagère

infrastructure de protection contre les inondations

Gestion de l'approvisionnement en eau

Vitrage

Ventilation/ Climatisation

Localisation/ relocalisation des fonctions critiques

## Toitures végétalisées

Gestion de l'approvisionnement en eau

infrastructure de protection contre les inondations

Matériaux murs/ toit

Localisation/ relocalisation des fonctions critiques

Gestion de l'approvisionnement en eau

## Toitures végétalisées

Chauffage

Gestion de l'approvisionnement en eau

**Amérique du Nord**

**Europe**

**Asie**

**Australasie**

**Afrique**

Lieu d'intervention (par région)

Figure: Mesures d'adaptation structurelle catégorisées selon les régions

# Charte des cas interventions identifiées: par type, aléa primaire et région



- Feux de forêts
  - Tempête
  - Vagues de chaleur/ de froid
  - Inondations
  - Sécheresse
- 

Figure: Mesures d'adaptation structurelle catégorisées selon les régions

## Pourquoi ces mesures ont-elles été mises en œuvre ?

<b>Principal facteur de motivation</b>	<b>Nombre d'exemples</b>
Expérience d'un événement	39
Évaluation des risques futurs	32
Atteindre les objectifs de durabilité	15
Multiple - Accent mis sur les aspects sociaux	17
Sécurité de l'approvisionnement en eau	11
Certification en matière de développement durable	6
Primes d'assurance	4

L'inventaire fait état d'un facteur. En réalité, il peut y avoir plusieurs facteurs de motivation.

## Exemple 1 : NYU (New York University) Langone, USA



Aléa climatique concerné :



Tempête et inondation

- Installation d'un système de murs anti-inondation et de barrières anti-tempête en acier de 12 pieds de haut
- Élévation des infrastructures critiques et des technologies de l'information
- Les efforts en matière de développement durable ont également été renforcés
- Systèmes de redondance et de sauvegarde



Photo: Peninsula, Hunter's Point South Park, Hunters Point, Queens, 2019. Tdorante10 CC-BY-SA-4.0 Sourced from Wikimedia Commons

## Exemple 2 : Cool Roofing sur la péniche hospitalière L'Adamant à Paris, France



Aléa climatique concerné :



Vague de chaleur

### Stratégie résiliente de “Rafraîchissement passif”

- Application d'un revêtement blanc aux propriétés thermo-réfléctives et anti-UV sur les toits de la péniche (peut s'appliquer à des surfaces beaucoup plus étendues)

### Résultats :

- Température intérieure ressentie réduite de 6 à 15°C
- Meilleur confort thermique pour le personnel soignant et pour les patients
- Baisse significative des coûts de climatisation durant l'été



## Exemple 3 : Faire face aux inondations au centre de rééducation Spaulding (Boston, USA)



Aléa climatique concerné :



Inondation

### Stratégie résiliente : cohabiter avec l'eau

- Objectif : conserver le site près de l'eau (programmes de rééducation) tout en diminuant le risque de dommages en cas d'inondation
- Bâtiment rehaussé au-dessus pour parer à une éventuelle inondation

### Résultats :

- RDC du bâtiment peut être inondé sans causer de dommages majeurs, ce qui permet aux services situés aux étages supérieurs de rester opérationnels
- Le confort des patients est maintenu (vue sur la mer)



## Exemple 4 : Végétalisation de la toiture terrasse à l'Hôpital Militaire Percy, Clamart, France



Aléa climatique concerné :



Vague de chaleur

Stratégie résiliente : végétaliser la toiture

→ Objectif : le bien-être des patients mental et physique et la biodiversité

Résultats :

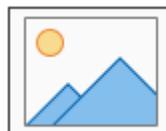
- Températures réduites
- Espace de détente pour les patients et le personnel soignant



## Limites de l'inventaire

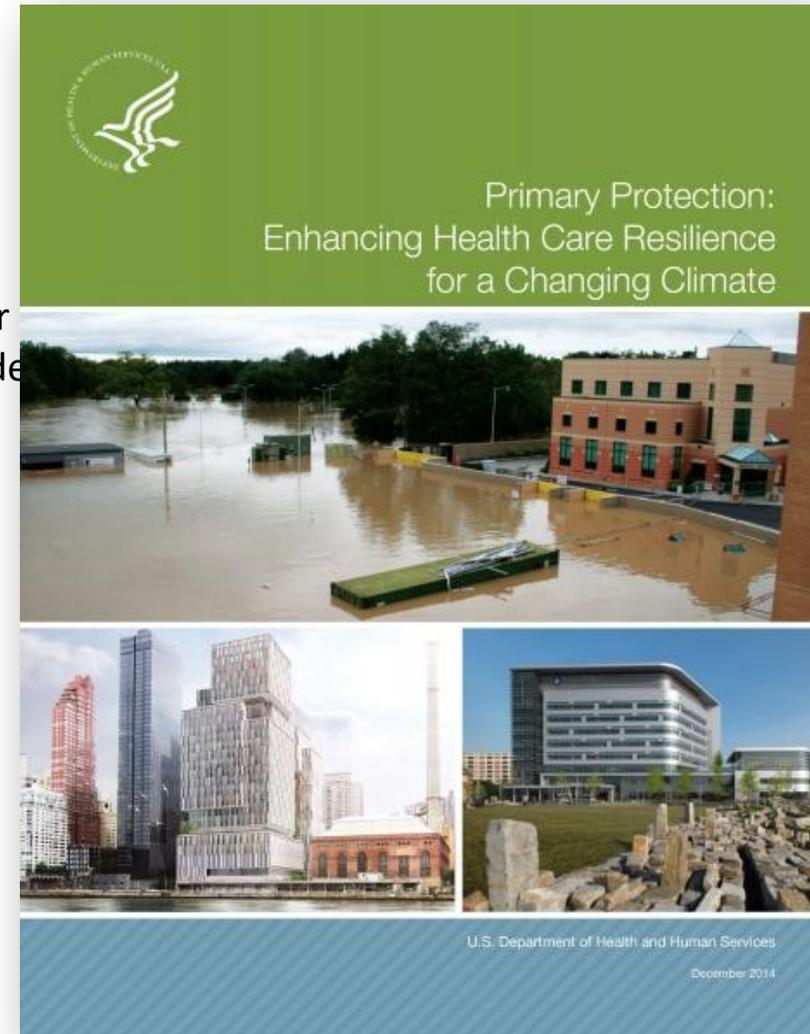
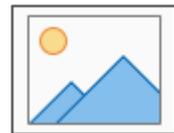


ctionnées, ainsi qu'une recherche générale sur l'internet (sous réserve de ce qui est accessible via Google et de la manière dont les alg



# Conclusion

- le partage des pratiques est limité.  
- favorisée par une approche réactive plutôt qu'anticipative.  
- les stratégies d'adaptation sont variées. Souvent, il faut l'expérience d'un événement majeur pour déclencher une action.  
- le rapport majoritairement basé sur le rapport le département américain de la santé et de



# Sources



Asset Management: A Sustainable Service Delivery Primer. Available at [https://www.assetmanagementbc.ca/wp-content/uploads/The-BC-Framework\\_Primer-on-Climate-Change-and-Asset-Management.pdf](https://www.assetmanagementbc.ca/wp-content/uploads/The-BC-Framework_Primer-on-Climate-Change-and-Asset-Management.pdf). Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Climate risk assessment methodology (PCRAM): Guidelines for integrating physical climate risks in infrastructure investment appraisal. Available at [https://storage.googleapis.com/wp-static/wp\\_ccri/c7dee50a-ccri-pcram-final-1p.pdf](https://storage.googleapis.com/wp-static/wp_ccri/c7dee50a-ccri-pcram-final-1p.pdf). Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Addressing physical climate risks: key steps for asset owners and asset managers. The Institutional Investors Group on Climate Change. Available at <https://www.iigcc.org/resources/addressing-physical-climate-risks-key-steps-for-asset-owners-and-asset-managers>. Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

D. and Balakrishnan, S. eds. (2021) Managing Infrastructure Assets for Sustainable Development: A Handbook for Local and National Governments. United Nations. Available at <https://financing.desa.un.org/document/un-handbook-infrastructure>. Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Addressing Climate Change in Health Care Setting Opportunities for Action, 2012. Available at [https://noharm-uscanada.org/sites/default/files/documents-files/67/Addressing\\_Climate\\_Change.pdf](https://noharm-uscanada.org/sites/default/files/documents-files/67/Addressing_Climate_Change.pdf). Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Strengthening infrastructure governance for climate-responsive public investment. Available at: <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/PP/2021/English/PPEA2021076.ashx>. Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

ISO 23019 Adaptation to climate change — Principles, requirements and guidelines. Available at <https://www.iso.org/standard/68507.html>. Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Climate resilience planning for NHS facilities. Available at [https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2021/05/HBN\\_00-07-250414.pdf](https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2021/05/HBN_00-07-250414.pdf). Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Asset Deterioration, Report - SC120005/R1. Available at [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6038cf3d8fa8f5049855779a/Impact\\_of\\_climate\\_change\\_on\\_asset\\_deterioration\\_-\\_report.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6038cf3d8fa8f5049855779a/Impact_of_climate_change_on_asset_deterioration_-_report.pdf). Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Guidelines for Asset Owners. Available at <https://www.unpri.org/download?ac=10843>. Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

Climate Resilient Health Care Facilities Initiative. (2021) A toolkit for sustainable and climate-resilient facilities. Available at <https://toolkit.climate.gov/topics/human-health/building-climate-resilience-health-sector>. Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.

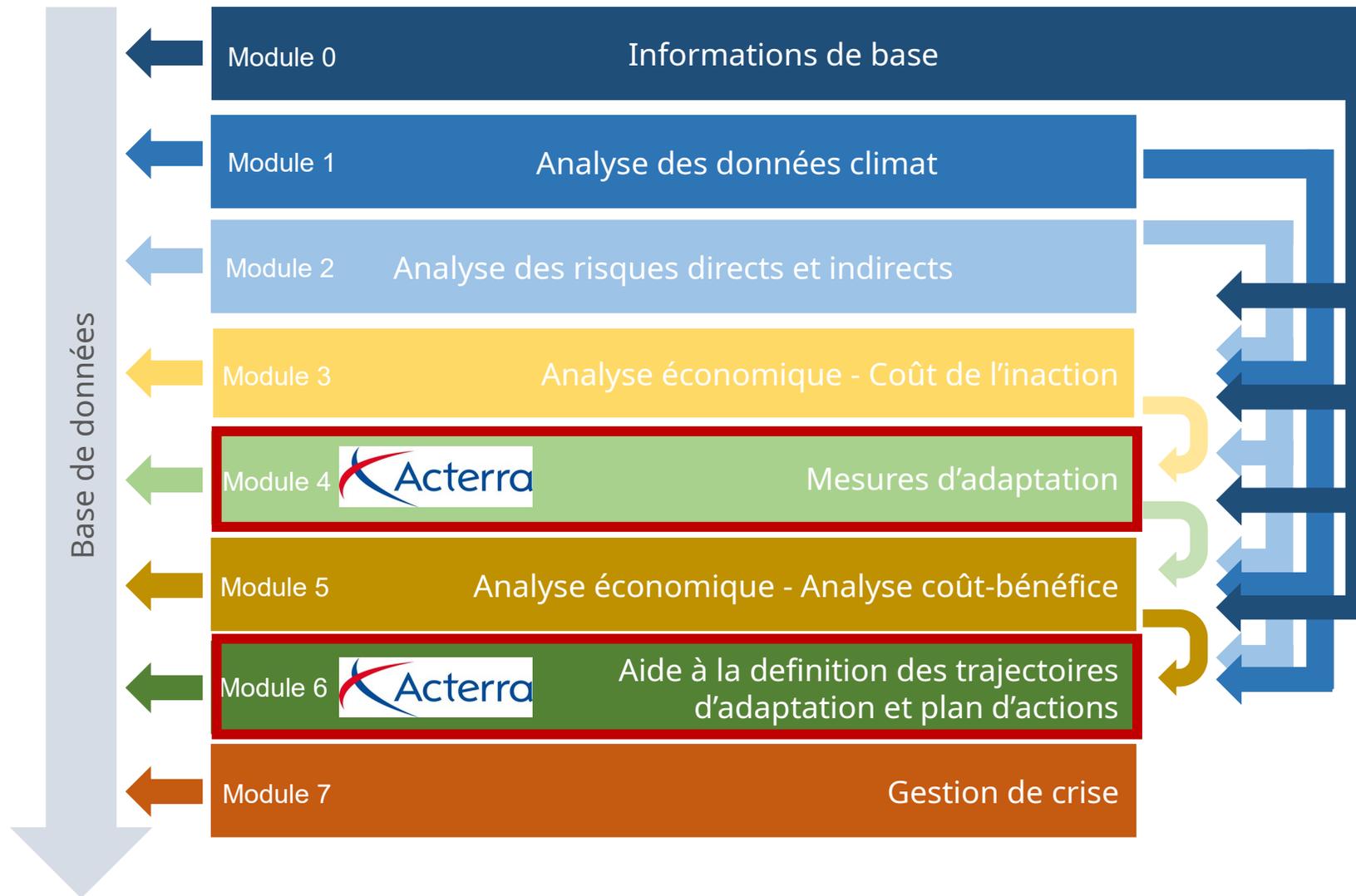
Disasters: Structural, Non-Structural and Functional Indicators. Available at: <https://www.who.int/publications/item/9789290614784>. Accessed 20<sup>th</sup> November 2023.





CADRE DE RÉSILIENCE AU  
CHANGEMENT CLIMATIQUE  
POUR LES SYSTÈMES DE  
SANTÉ ET LES HÔPITAUX

## **6. Atelier 2 : Priorisation d'actions et élaboration de trajectoires d'adaptation**



# TRAJECTOIRES D'ADAPTATION

*" Séquences d'actions pouvant être mises en œuvre progressivement **en fonction de la dynamique future** ".*  
(Werners, et al., 2021)

Les trajectoires d'adaptation sont un concept de recherche émergent. Il répond à l'un des principaux problèmes auxquels sont confrontés les décideurs : l'incertitude liée au changement climatique.

Il n'existe pas d'approche commune pour développer des trajectoires d'adaptation au climat.

- Il s'agit d'un processus axé sur le contexte et les parties prenantes.

## Carte des trajectoires

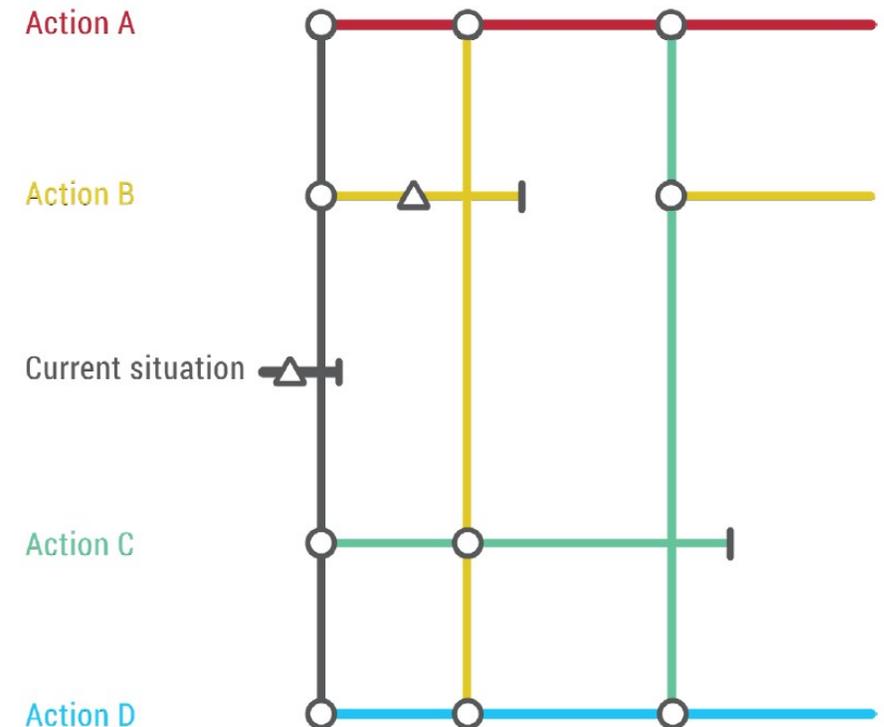
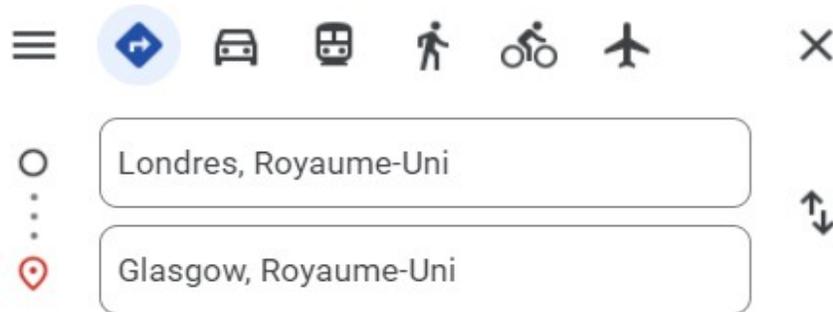


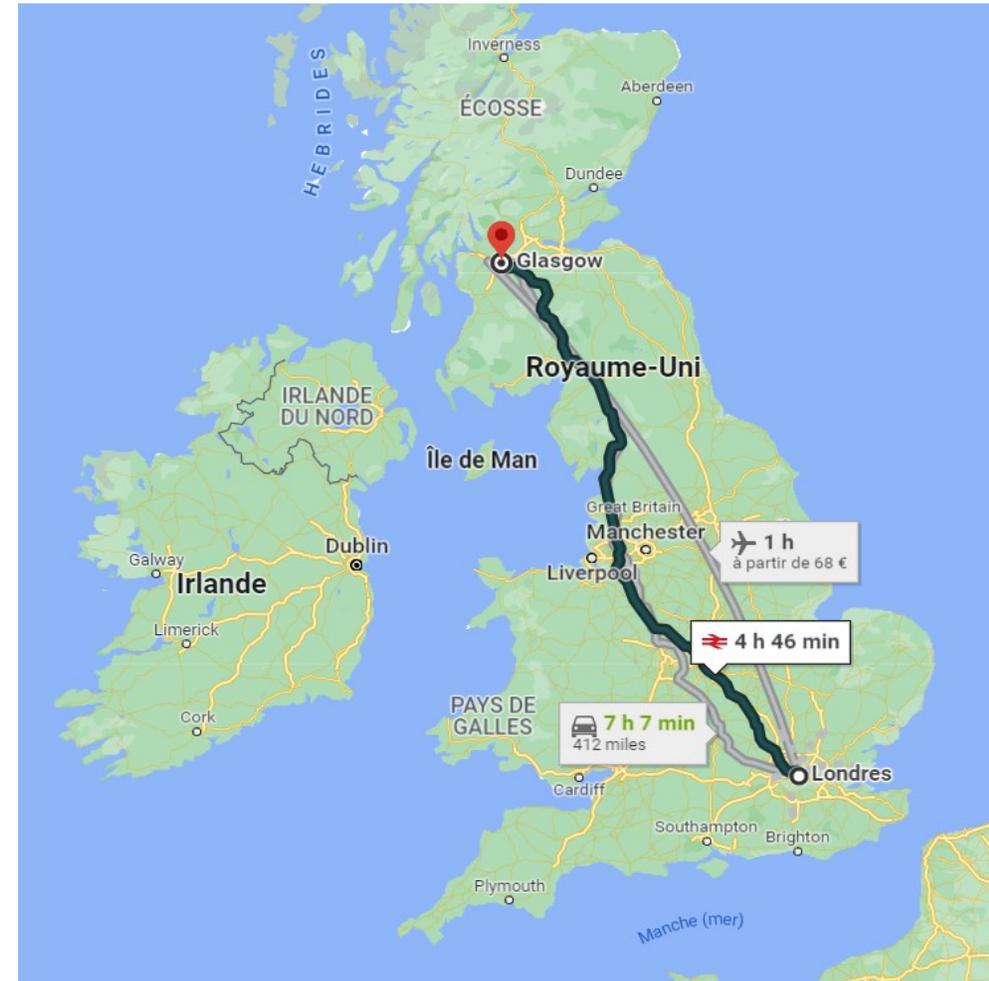
Figure 2 - Adaptation Pathways Map

Ref. Adapted from Zandvoort et al. (2017): *Adaptation pathways in planning for uncertain climate change: Applications in Portugal, the Czech Republic and the Netherlands. Environmental Science and Policy* 78 (2017) 18–26.

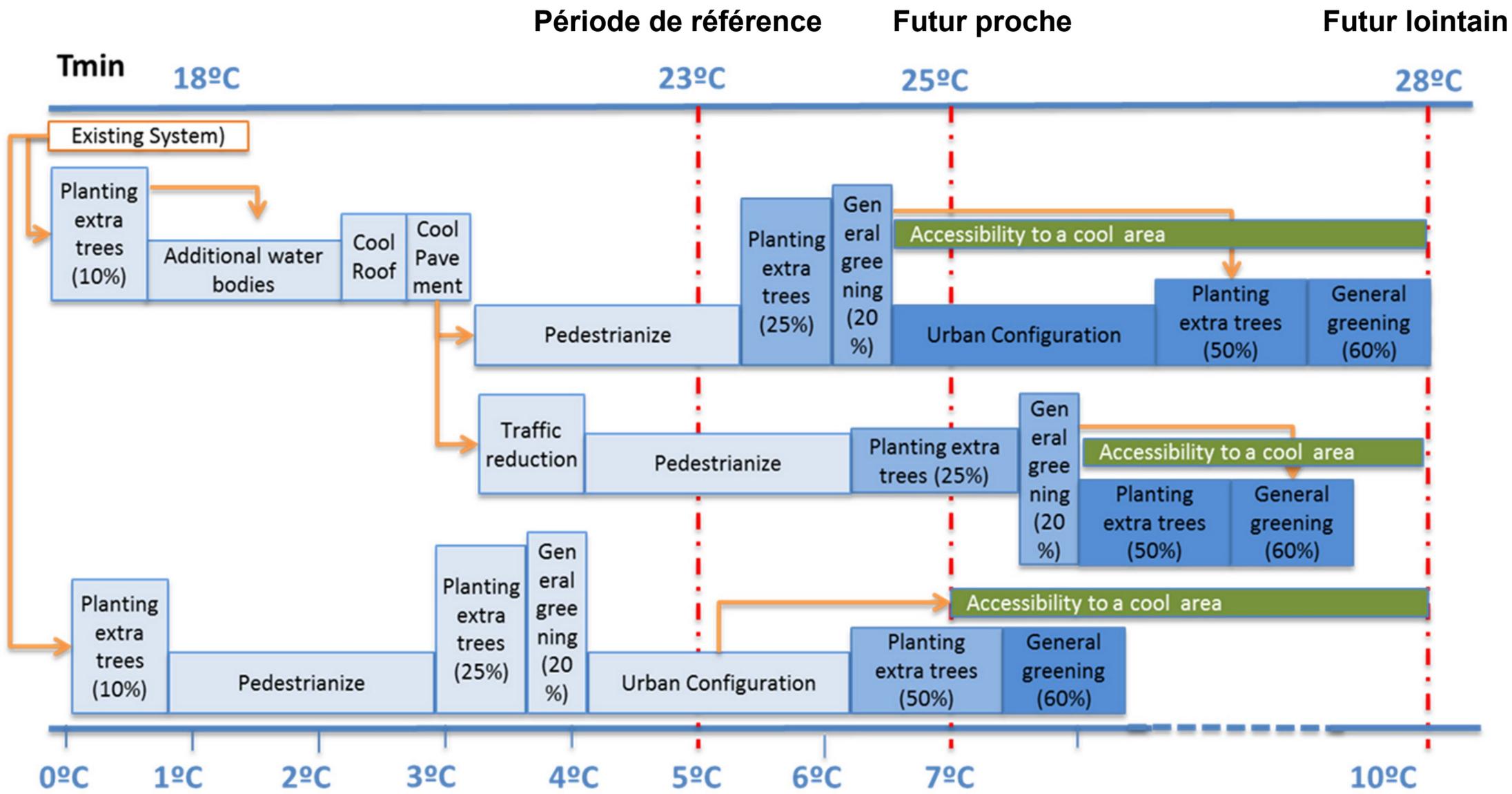
# Exemple conceptuel



- **Planification préalable** : Evaluation des options en fonction de la faisabilité, de la disponibilité des ressources et de l'impact)
- **Aspects décisifs** : Par exemple, la voiture tombe en panne au milieu de la route ➡ on continue en train pour atteindre sa destination.
- **Arrivée à destination**



# Exemple général



Seuil

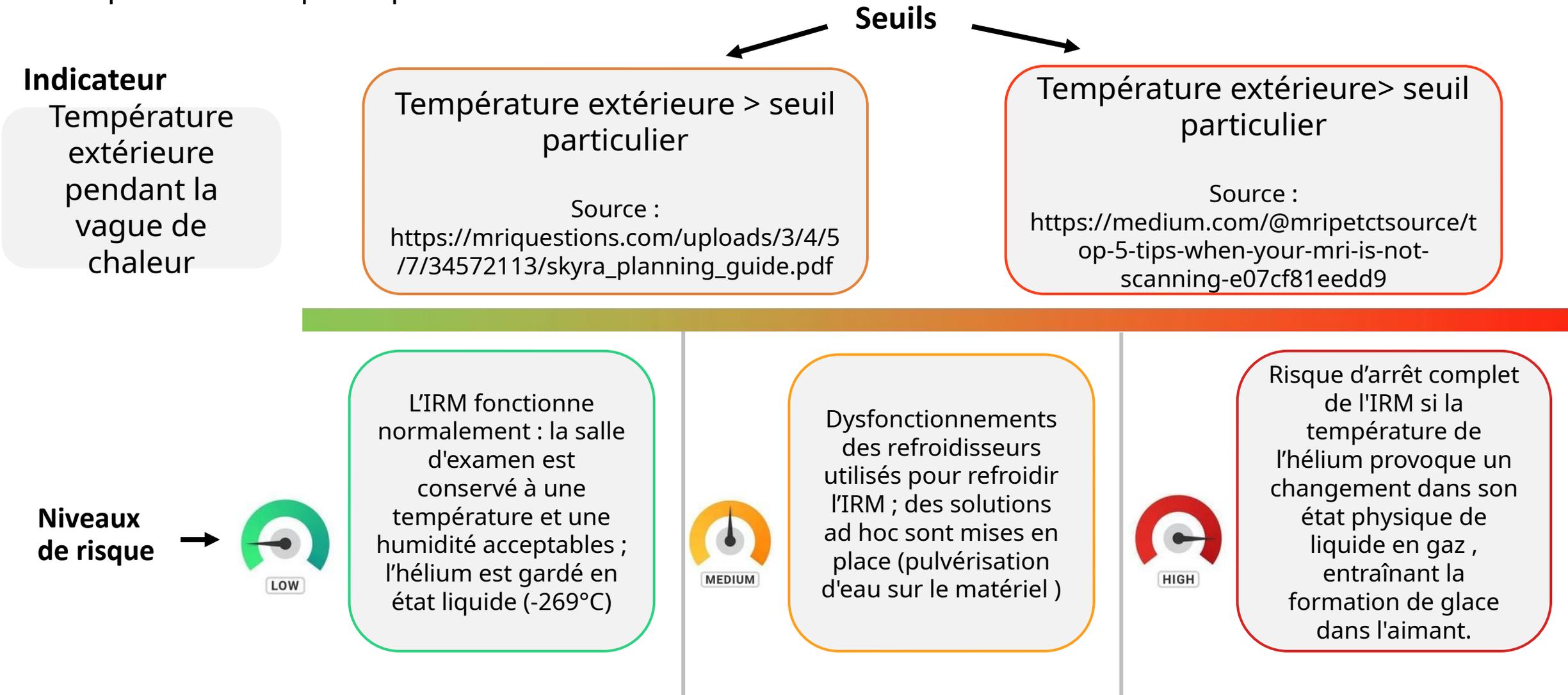
Source: Mendizabal et al., 2021

# Exemple spécifique aux hôpitaux

# Aléa:

**Risque :** Perturbation des systèmes biomédicaux équipements (IRM) à l'hôpital de Millau en période de canicule

**Objectif du processus d'adaptation :** Rendre acceptable le niveau de risque et garantir que le fonctionnement de l'hôpital n'en soit pas impacté



# Liste des options de mesures d'adaptation

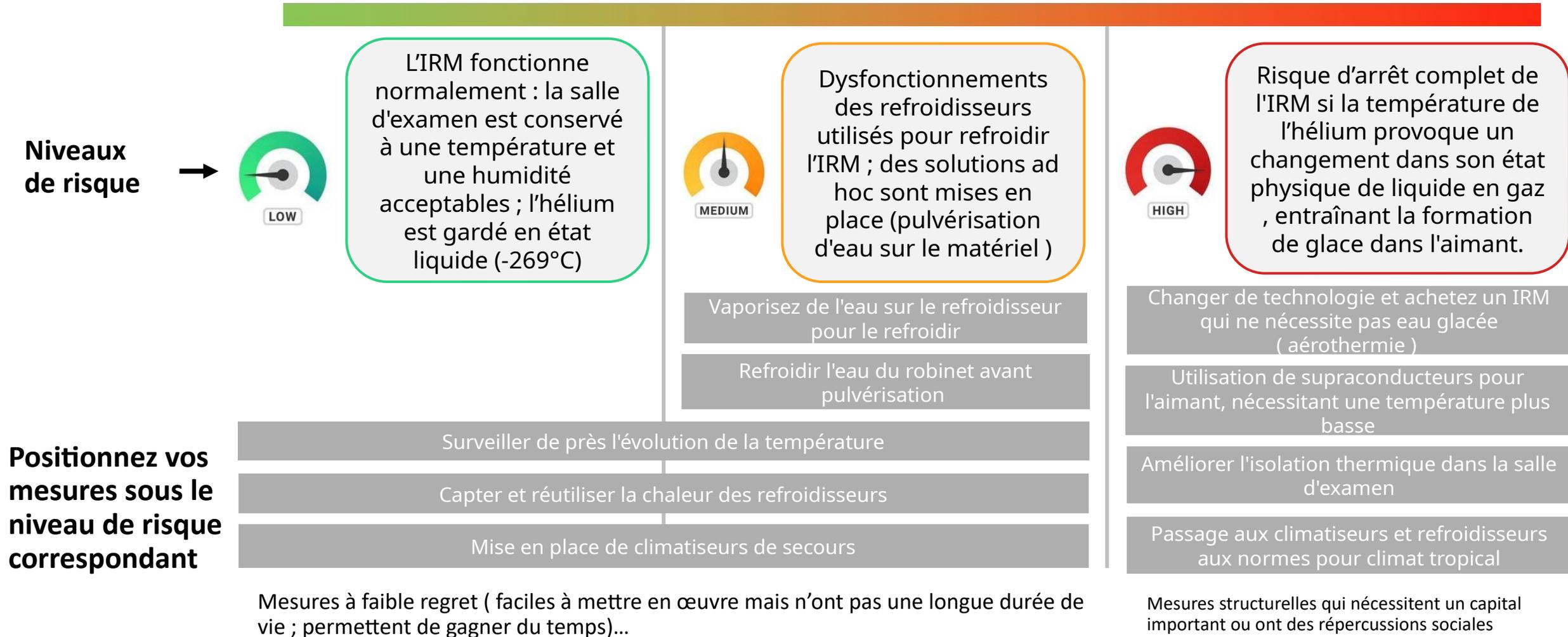
Énumérez les mesures pertinentes pour faire face à votre risque (Utiliser la base de données des mesures d'adaptation)

- Vaporisez de l'eau sur le refroidisseur pour le refroidir
- Mise à niveau refroidisseurs aux normes pour climat tropical
- Capturer et réutiliser la chaleur des refroidisseurs
- Eau du robinet rafraîchissante
- Utilisation de supraconducteurs pour l'aimant, nécessitant une température plus basse
- IRM sans eau glacée ( aérothermie )
- Amélioration de l'isolation thermique dans la salle d'examen
- Passage aux climatiseurs aux normes tropicales
- Mise en place de climatiseurs de secours
- Installation d'une station de surveillance de l'adaptation climatique (équipements informatiques, PC, espace de stockage des données)

# Aléa:

**Risque :** Perturbation des systèmes biomédicaux équipements (IRM) à l'hôpital de Millau en période de canicule

**Objectif du processus d'adaptation :** Rendre acceptable le niveau de risque et garantir que le fonctionnement de l'hôpital n'en soit pas impacté



**Positionnez vos mesures sous le niveau de risque correspondant**

Mesures à faible regret ( faciles à mettre en œuvre mais n'ont pas une longue durée de vie ; permettent de gagner du temps)...

Mesures structurelles qui nécessitent un capital important ou ont des répercussions sociales

# Risque : Perturbation des systèmes biomédicaux équipements (IRM) à l'hôpital de Millau en période de canicule

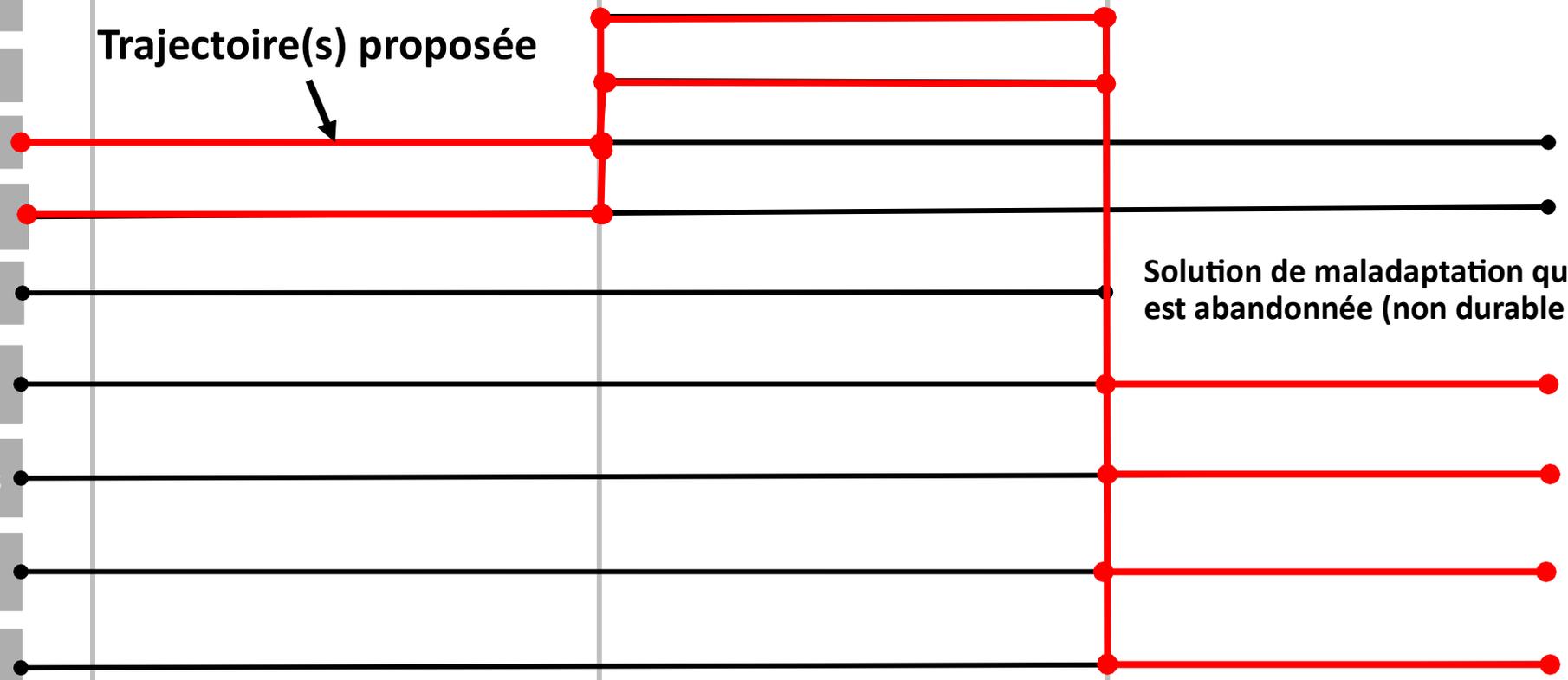
Niveaux de risque



## Construis ta trajectoire

- Vaporisez de l'eau sur le refroidisseur pour le refroidir
- Refroidir l'eau du robinet avant pulvérisation
- Surveiller de près l'évolution de la température
- Capter et réutiliser la chaleur des refroidisseurs
- Mise en place de climatiseurs de secours
- Changez de technologie et achetez un IRM qui ne nécessite pas eau glacée (aérothermie)
- Utilisation de supraconducteurs pour l'aimant, nécessitant une température plus basse
- Améliorer l'isolation thermique dans la salle d'examen
- Passage aux climatiseurs et refroidisseurs aux normes pour climat tropical

Trajectoire(s) proposée



Des solutions à faible regret qui peuvent être mises en œuvre dès maintenant

Des solutions ad hoc qui ne sont pas durables à long terme

Solution de maladaptation qui est abandonnée (non durable)

Décision entre ces 4 dernières solutions structurelles selon contexte / faisabilité / coût

# Merci pour votre attention