



Adaptation de la Mobilité Urbaine au Changement Climatique

Synthèse

Cette note d'orientation vise à sensibiliser les décideurs politiques et à fournir aux urbanistes une vue d'ensemble de l'impact du changement climatique sur les villes méditerranéennes, avec un accent particulier sur les questions de mobilité.

Jusqu'à présent, l'accent mis sur le secteur des transports visait principalement à le décarboner et à rendre la mobilité plus durable. Même si l'atténuation du changement climatique est généralement considérée comme la stratégie prioritaire pour prévenir ou du moins minimiser l'impact du changement climatique, nous devons néanmoins être conscients que ses effets se font déjà sentir dans notre vie quotidienne. Les urbanistes doivent donc être conscients de cette évolution et intégrer des mesures d'adaptation dans leurs plans de mobilité.

En outre, les infrastructures de transport seront exposées, au cours des prochaines décennies, à un nombre croissant de nouveaux défis liés aux impacts climatiques, qui sont déjà visibles, quoique partiellement. La planification actuelle de la construction d'infrastructures neuves et de la gestion des infrastructures existantes nécessite la prise en compte de paramètres et conditions environnementaux, climatiques et socio-économiques différents de ceux utilisés dans le passé.

La présente note d'orientation décrit les **principaux impacts du changement climatique sur la mobilité urbaine et propose des solutions possibles pour minimiser ces impacts.**

Le travail se fonde sur une analyse de la littérature existante sur le sujet et sur les commentaires fournis par des experts de différents domaines : planification de la mobilité, urbanisme, changement climatique, économie et santé environnementale. Les experts ont été interviewés et, dans un second temps, ont participé à une série d'ateliers organisés par le projet Urban Transport. Ils ont ainsi eu l'occasion d'interagir, de partager leurs connaissances et d'explorer la question de l'adaptation de la mobilité urbaine au changement climatique sous différents angles.

**Note
d'orientation n°4
Octobre 2022**

Rédacteurs

M. Slavich,
S. Zampese,
F. Tomasi,
F. Meo
(Area Science Park)

Contributeurs

La Communauté des
Transports Urbains

Sommaire

Contexte : la Méditerranée, une zone sensible du changement climatique.....	3
Utilisation de scénarios climatiques dans la planification de l'adaptation	4
Comment le changement climatique impacte-t-il les environnements urbains méditerranéens ?.....	7
Une région qui se réchauffe.....	8
L'effet combiné de la chaleur et de l'humidité	9
Une région en voie de sécheresse.....	11
Une mer qui monte.....	12
Impacts of climate change on urban mobility and adaptation measures	14
Élévation du niveau de la mer	16
Inondations	20
Fortes précipitations	23
Vents extrêmes	26
Feux de forêt	29
Vagues de chaleur	31
Bibliographie.....	35
Références externes	35

Liste des experts contributeurs :

Andrea Bigano
 Margaretha Breil
 Carlo Federico dall'Omo
 Stavros Keppas
 David Moncholí i Badillo
 Rita Nogherotto
 Prisco Piscitelli
 Philippe Sohounou
 Florjan Xhelilaj

CMCC – Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici
 CMCC – Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici
 IUAV – Istituto Universitario Architettura Venezia
 Université Aristotele de Thessalonique
 Expert sénior en transport, IDOM
 ICTP – International Center for Theoretical Physics
 SIMA – Società Italiana di Medicina Ambientale
 Resalliance
 Institut albanais des transports

Contexte : la Méditerranée, une zone sensible du changement climatique

Le changement climatique affecte la nature, la vie des gens et les infrastructures partout dans le monde. Comme l'a déclaré le professeur Hans-Otto Poertner, coprésident du groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), *"le changement climatique est une menace pour le bien-être humain et la santé de la planète. Tout retard supplémentaire dans l'action mondiale concertée fera passer à côté d'une brève fenêtre qui se ferme rapidement pour assurer un avenir viable"*.

Nous vivons dans un monde où la température a augmenté de 1,1°C par rapport aux niveaux préindustriels, où les phénomènes météorologiques extrêmes tels que les vagues de chaleur, les sécheresses et les inondations sont devenus plus fréquents et dépassent déjà les seuils de tolérance des plantes et des animaux. Dans le même temps, ces risques, y compris les tempêtes et l'élévation du niveau de la mer, ont de plus en plus d'effets négatifs sur la santé, la vie, les biens, les infrastructures, l'énergie et les systèmes de transport des personnes.

Les zones urbaines à forte densité de population sont très exposées aux risques liés au changement climatique, mais elles constituent également un élément crucial de la solution si les stratégies d'adaptation sont bien planifiées.

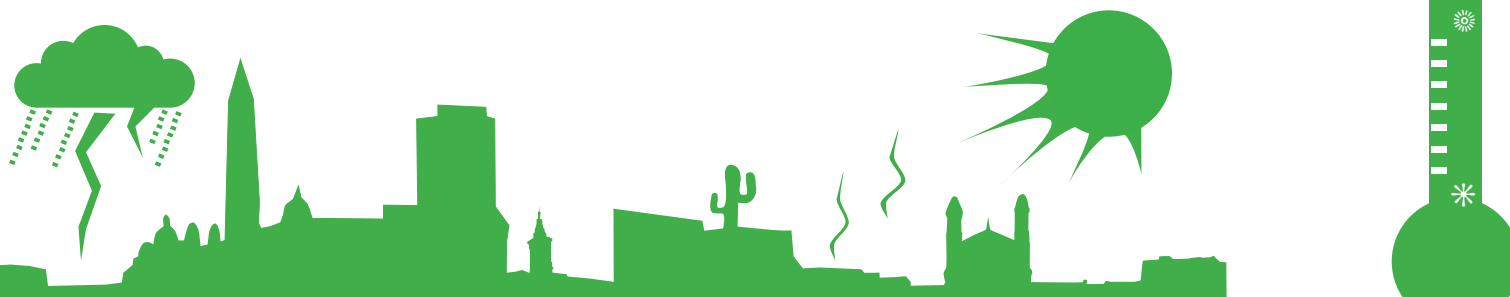
Si le changement climatique est un problème mondial, certaines régions sont plus touchées que d'autres par ce phénomène. Tant le "Premier rapport d'évaluation pour la Méditerranée" (MedECC - novembre 2020) que le sixième rapport d'évaluation du GIEC "Changement climatique 2022 : Impacts, adaptation et vulnérabilité" (GIEC - février 2022) s'accordent à dire que la zone méditerranéenne est la région la plus menacée du continent européen, car elle se réchauffe 20 % plus vite que les autres régions. En 2013, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) considérait déjà que la région méditerranéenne était "très vulnérable au changement climatique" en raison de l'influence de multiples facteurs de stress. Dans son dernier rapport (2022), le GIEC définit le bassin méditerranéen comme un "point sensible du changement climatique" en raison de la forte exposition et de la vulnérabilité des sociétés humaines et des écosystèmes aux risques associés au changement climatique, notamment l'élévation du niveau de la mer, les vagues de chaleur et les risques d'incendie.

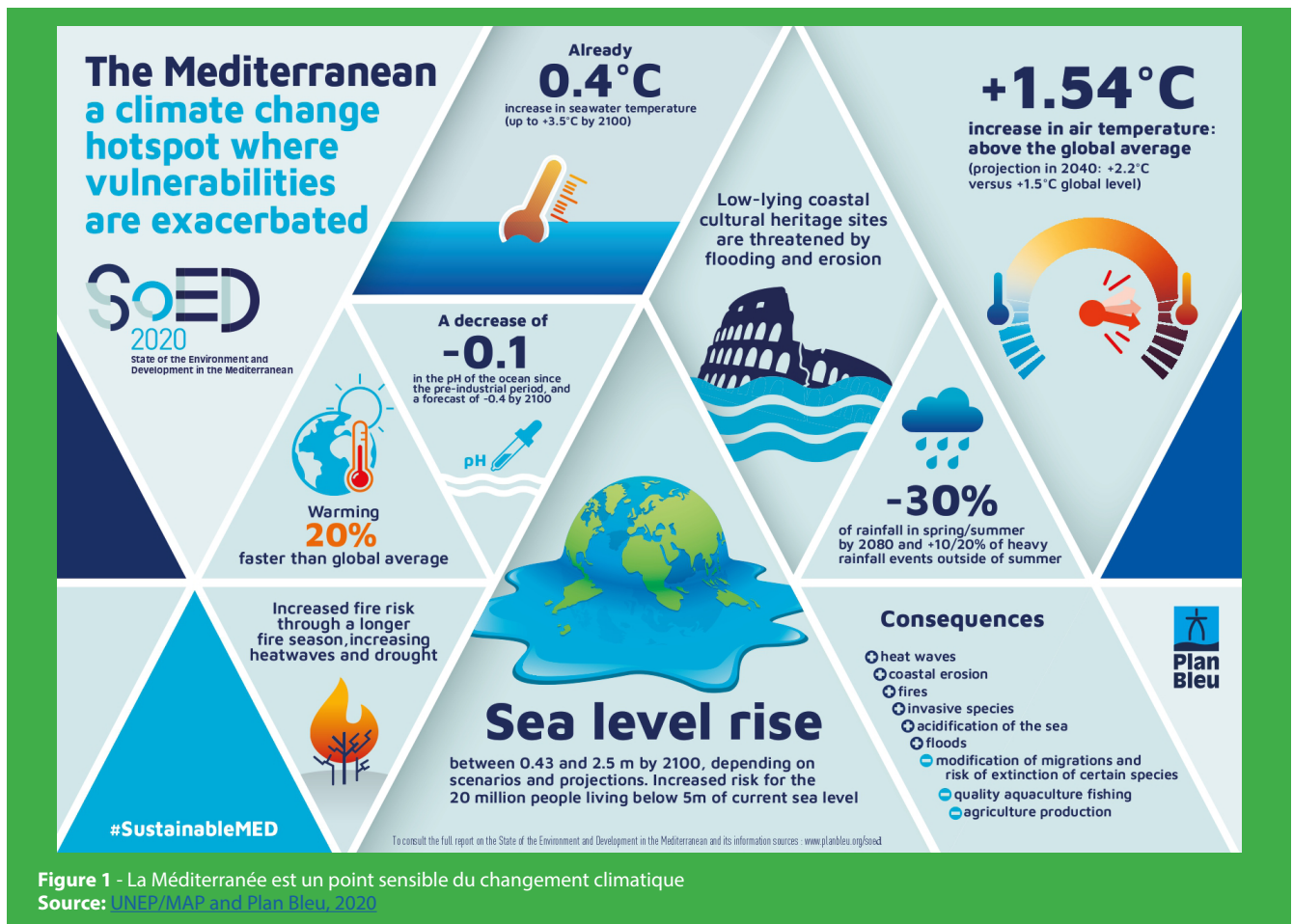
Climat

Météo moyenne d'une région et d'une période donnée, généralement calculée sur 20 à 30 ans.

Vulnérabilité

La propension ou la prédisposition à être impacté négativement. La vulnérabilité englobe tout un ensemble de concepts et d'éléments, notamment la sensibilité ou la susceptibilité aux dommages et le manque de capacité à faire face et à s'adapter.





Utilisation de scénarios climatiques dans la planification de l'adaptation

Dans la recherche sur le climat, on utilise des scénarios socio-économiques et d'émissions pour décrire comment l'avenir peut évoluer en fonction de différentes variables, notamment les changements socio-économiques, la croissance démographique, les changements technologiques, les modes d'utilisation des sols et les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

Le GIEC a utilisé ces facteurs pour créer les **trajectoires de concentration représentatives (RCP)**, un ensemble de quatre trajectoires développées pour la communauté de modélisation du climat comme base pour les expériences de modélisation à court et à long terme et les projections des futures émissions de GES, de la pollution atmosphérique et de l'utilisation des terres. Les RCP quantifient les concentrations futures de gaz à effet de serre et le forçage radiatif (énergie supplémentaire absorbée par le système terrestre) dû à l'augmentation de la pollution liée au changement climatique. En effet, le suffixe numérique représente le forçage radiatif, exprimé en W/m^2 , estimé à 2100 par rapport à l'ère préindustrielle (1850 - 1900), pour les différentes trajectoires. Les quatre RCP sont les suivantes :

- Le scénario RCP 2.6 vise à maintenir le réchauffement climatique en dessous de 2°C par rapport aux températures préindustrielles. Il implique l'adoption de politiques d'atténuation fortes associées à une réduction des émissions.
- Le RCP 4.5 représente le "scénario intermédiaire" dans lequel les émissions de CO2 augmenteront jusqu'en 2040, puis diminueront grâce aux initiatives visant à contrôler et à réduire les émissions de GES.
- Le RCP 6.0 est un "scénario de stabilisation" dans lequel le forçage radiatif total est stabilisé peu après 2100 en appliquant diverses technologies et stratégies pour réduire les émissions de GES.
- Le RCP 8.5 est le "scénario à fortes émissions" qui entraînera une augmentation de la température d'environ $3,7 \pm 1,1^\circ C$ d'ici 2100, par rapport aux températures préindustrielles. Les émissions actuelles continuent de croître de manière constante en l'absence de politiques efficaces d'atténuation du changement climatique.

Le sixième rapport d'évaluation du GIEC (6AR) a introduit de nouveaux scénarios. Ils combinent les trajectoires d'émissions (RCP) avec les trajectoires socio-économiques partagées (SSP), qui tiennent compte d'éléments humains supplémentaires tels que les projections de croissance démographique et économique et les tendances technologiques et géopolitiques. Tous ces facteurs ont une incidence sur les émissions de GES et sur la capacité de la société à les réduire et à s'adapter au changement climatique. Cinq scénarios ont été envisagés dans le 6AR du GIEC :

- SSP1-1.9 et SSP1-2.6 sont des scénarios optimistes qui prennent en compte l'engagement de l'Accord de Paris afin de contenir le réchauffement climatique en dessous de 2°C ;
- Le scénario SSP2-4.5 est le plus proche du modèle historique de développement socio-économique du monde et celui vers lequel nous nous dirigeons compte tenu des mesures climatiques actuellement adoptées : il pourrait conduire à un réchauffement global d'environ 2,7°C d'ici la fin du siècle ;
- Le document SSP3-7.0 prévoit une augmentation constante des émissions qui entraînera une hausse de 3,6°C de la température mondiale d'ici 2100 ;
- Le document SSP5-8.5 envisage une augmentation de l'extraction et de l'utilisation des combustibles fossiles, ainsi qu'un mode de vie à forte intensité énergétique, ce qui entraînera une augmentation de la température de 4,4°C.

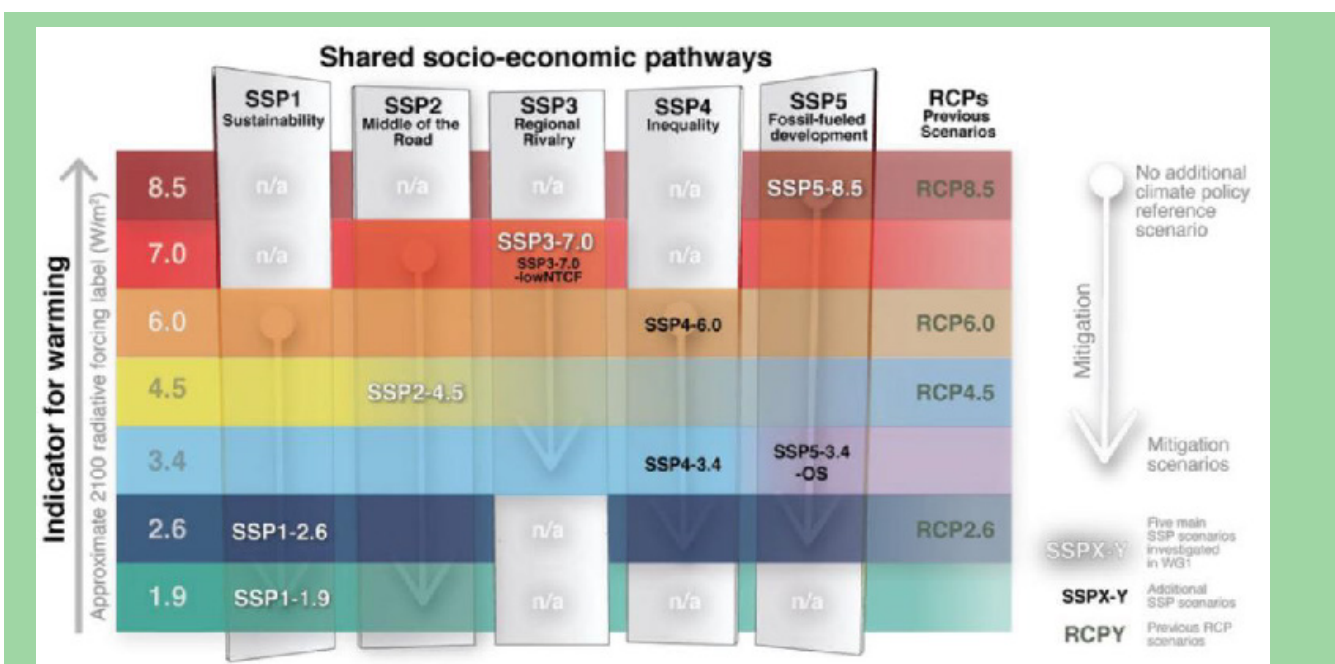


Figure 2 - Les scénarios SSP utilisés dans le 6AR du GIEC, leur évolution indicative de la température et leur catégorisation du forçage radiatif, ainsi que les cinq trajectoires socio-économiques partagées (SSP) sur lesquelles ils reposent.

Source : IPCC (2021) Cross-Chapter Box 1.4, Figure 1.

Les climatologues mènent leurs études en considérant des tranches de temps d'environ 20 à 30 ans afin de réduire les erreurs dues à la variabilité du climat et à différents scénarios en fonction des différents profils possibles d'émissions de GES. Le 6AR du GIEC considère 3 tranches de temps futures : le court terme (2021 - 2040), le moyen terme (2041 - 2060) et le long terme (2081 - 2100). Les décideurs politiques et les urbanistes, quant à eux, lorsqu'ils élaborent des plans tels que le Plan d'action pour le climat et l'énergie durable (SECAP) et le Plan de mobilité urbaine durable (SUMP), planifient à court terme (2030) et rarement à moyen terme (2050). Jusqu'à présent, les décideurs et les planificateurs ne se sont intéressés qu'aux mesures d'atténuation, se concentrant sur la réduction des émissions avant une certaine date. Cependant, **lors de la planification des mesures d'adaptation, il est nécessaire de prendre en compte le niveau de réchauffement climatique qui sera atteint à une certaine date.** L'année 2030 correspond au court terme et 2050 au moyen terme considéré par les climatologues. Afin de planifier sur la base des études climatiques, il convient de prendre en compte les scénarios les plus probables (hormis les échéances de 2030 et 2050), en considérant le profil actuel d'émission de GES et celui prévu en fonction des tendances et des actions mondiales.

(a) Global surface temperature change relative to 1850–1900

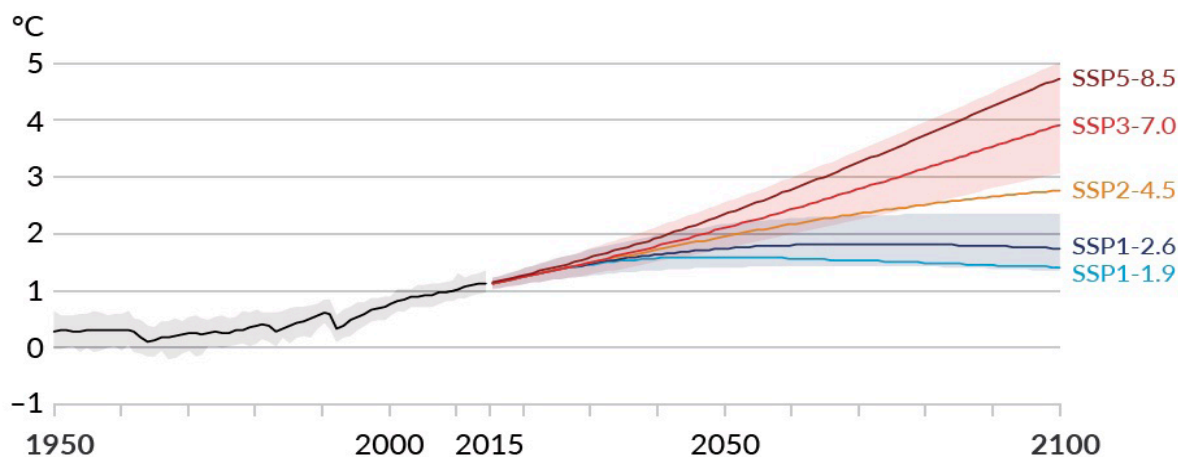


Figure 3 - Changements de la température à la surface du globe par rapport à 1850-1900, en degrés Celsius, selon les cinq principaux scénarios d'émissions utilisés dans l'AR6. Source : GIEC (2021) Figure SPM.8a.

Source: [IPCC \(2021\)](#) Figure SPM.8a.

Scenario	Near term (2021 – 2040)		Mid-term (2041 – 2060)		Long-term (2081 – 2100)	
	Best estimate	Very likely range	Best estimate	Very likely range	Best estimate	Very likely range
SSP1-1.9	1.5°C	1.2°C to 1.7°C	1.6°C	1.2°C to 2.0°C	1.4°C	1.0°C to 1.8°C
SSP1-2.6	1.5°C	1.2°C to 1.8°C	1.7°C	1.3°C to 2.3°C	1.8°C	1.3°C to 2.4°C
SSP2-4.5	1.5°C	1.2°C to 1.8°C	2.0°C	1.6°C to 2.5°C	2.7°C	2.1°C to 3.5°C
SSP3-7.0	1.5°C	1.2°C to 1.8°C	2.1°C	1.7°C to 2.6°C	3.6°C	2.8°C to 4.6°C
SSP5-8.5	1.6°C	1.3°C to 1.9°C	2.4°C	1.9°C to 3.0°C	4.4°C	3.3°C to 5.7°C

Tableau 1 - L'AR6 a évalué les projections de réchauffement pour chacun des cinq principaux scénarios d'émissions à court, moyen et long terme.

Source : [GIEC \(2021\) Tableau SPM.1](#)

Les projections selon les différents scénarios ne diffèrent pas beaucoup pour le court terme, toutes indiquant une augmentation de 1,5°C par rapport au niveau préindustriel. Les décideurs politiques et les urbanistes doivent se baser sur cette augmentation minimale de la température pour planifier l'année 2030.

Les scénarios divergent à moyen et long terme. En supposant que, comme l'ont déclaré certains experts, l'accord de Paris ne puisse être respecté (contenir le réchauffement de la planète en dessous de +2°C d'ici 2100), les scénarios SSP1-1.9 et SSP1-2.6 ne devraient pas être envisagés. D'autre part, le scénario **SSP2-4.5**, dit "scénario intermédiaire", conforme au schéma historique du développement socio-économique du monde jusqu'à présent, **pourrait être le plus probable**. Par conséquent, une **augmentation de +2,0°C de la température devrait être envisagée** lors de la planification à moyen terme (2050) et +2,7°C comme tendance pour le long terme ou la fin du siècle (2100). Étant donné que 2,7°C est très proche de +3,0°C, cette dernière valeur pourrait être considérée à long terme, car des scénarios d'impact du changement climatique sont disponibles pour cette valeur de réchauffement global¹.

Lors de la planification et de la conception de nouvelles infrastructures de transport, il faut tenir compte du long terme, car, en raison de leur durée de vie, elles dureront plus de 50 ans et devront faire face aux impacts climatiques de la fin du siècle. Si l'on tient compte des impacts futurs du changement climatique, les nouvelles infrastructures resteront fonctionnelles et utilisables pendant longtemps, ce qui évitera de devoir les modifier pour s'adapter.

¹ [Interactive: Les impacts du changement climatique à 1,5C, 2C et au-delà | Carbon Brief](#)

Comment le changement climatique impacte-t-il les environnements urbains méditerranéens ?

Les villes sont vulnérables aux effets du changement climatique et les risques qui y sont associés sont exacerbés par une prolifération urbaine continue et croissante et l'artificialisation des environnements urbains. Les inondations, les vagues de chaleur, les fortes précipitations, les journées extrêmement chaudes et les sécheresses sont les dangers les plus prononcés auxquels sont confrontées les villes méditerranéennes et le changement climatique va accroître la gravité et la fréquence de ces menaces en raison des caractéristiques particulières des environnements urbains.

Les **principaux moteurs du changement** sont les suivants :

- des **facteurs liés au climat** tels que la température, les précipitations, la circulation atmosphérique, les événements extrêmes, l'élévation du niveau de la mer, la température de l'eau de mer, la salinité et l'acidification ;
- Des **facteurs non liés au climat** tels que l'augmentation de la population, l'urbanisation, la pollution, l'utilisation non durable des ressources naturelles comme la terre, l'eau, les écosystèmes terrestres et marins et la propagation d'espèces non indigènes.

En raison des tendances mondiales et régionales des facteurs de changement, les effets du changement climatique seront exacerbés au cours des prochaines décennies, surtout si le réchauffement planétaire dépasse de 1,5 à 2°C le niveau préindustriel.

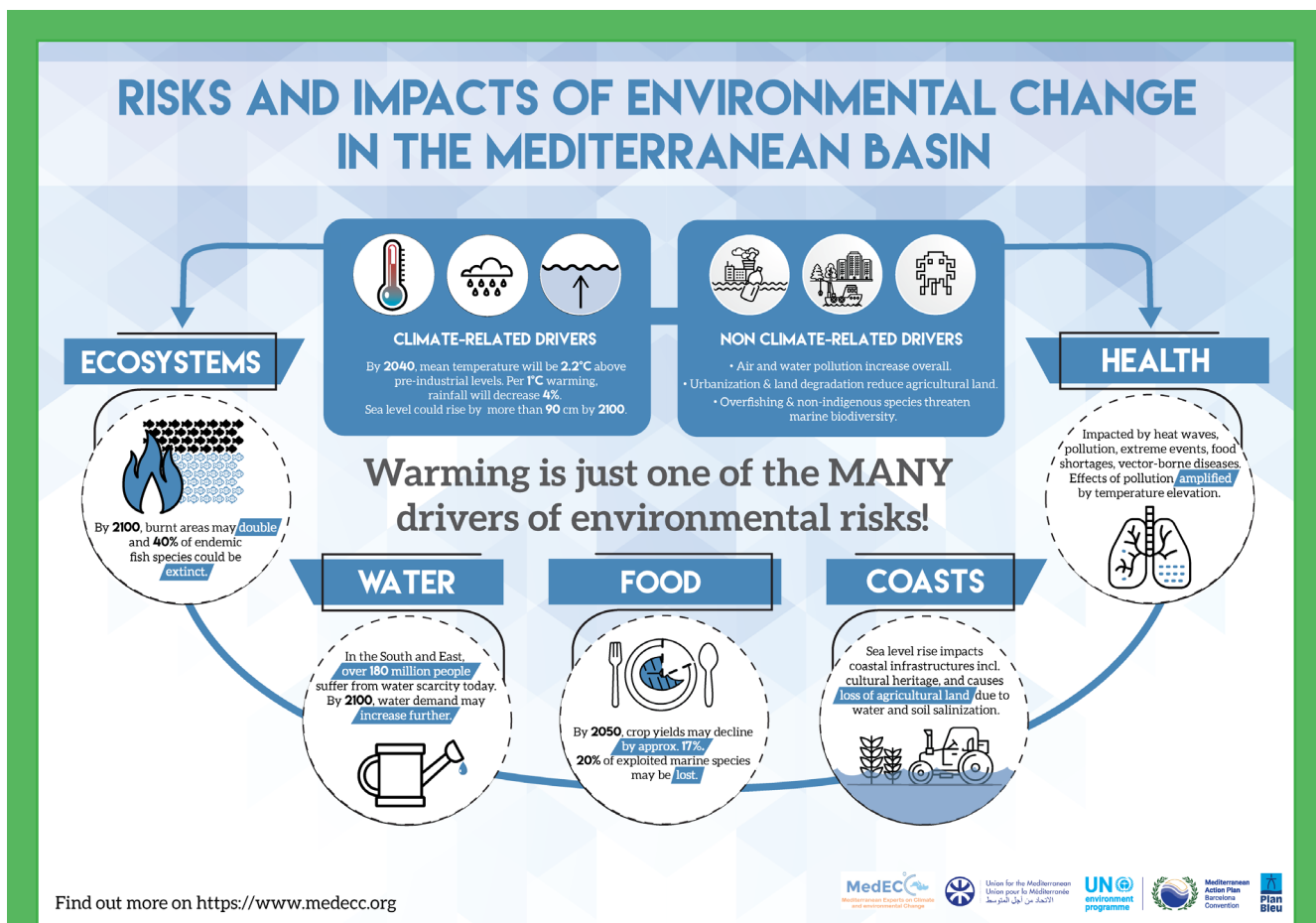


Figure 4 - Aperçu général des facteurs et des impacts du changement climatique et environnemental sur la région méditerranéenne

Source : (<https://www.medecc.org/outputs/infographic-mar1-main-results-2020/>)

Une région qui se réchauffe

En raison des émissions anthropiques de gaz à effet de serre, la région méditerranéenne s'est réchauffée et continuera à le faire plus rapidement que la plupart des régions du monde. La température de surface est **déjà supérieure de 1,5°C à celle de l'époque préindustrielle** (FIG 5) et on s'attend à ce qu'elle augmente jusqu'en 2100 de 3,8 à 6,5°C supplémentaires dans le scénario le plus pessimiste (RCP8.5) et de 0,5 à 2,0°C dans le scénario optimiste, mais peu probable (RCP2.6) (MedECC, 2020).

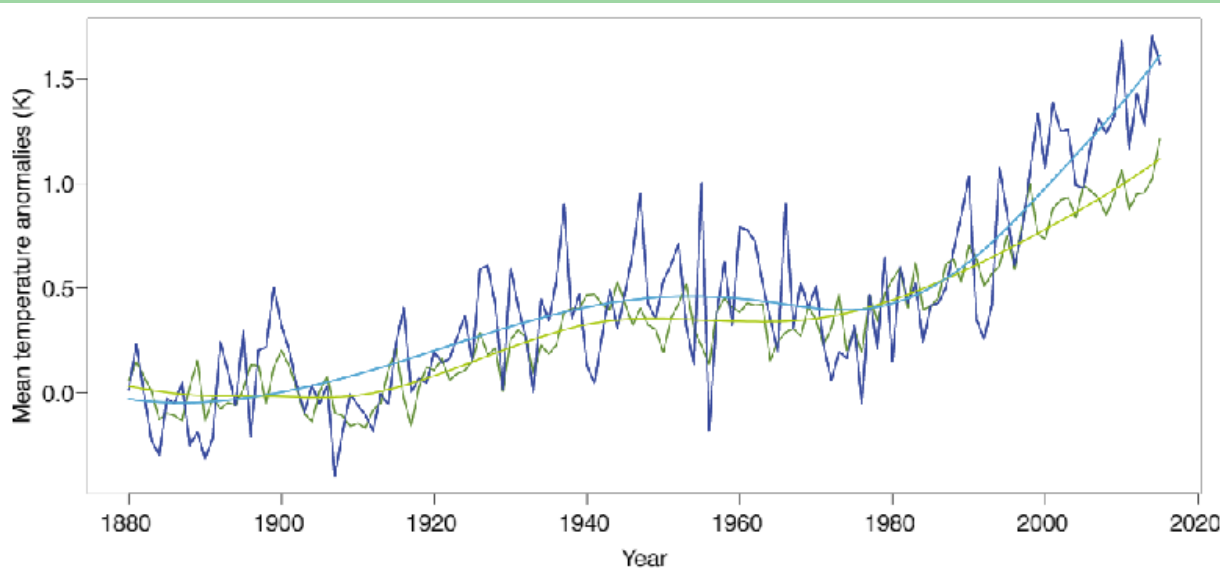


Figure 5 - Historique de réchauffement de l'atmosphère au niveau mondial et dans le bassin méditerranéen. Les anomalies de la température moyenne annuelle de l'air sont indiquées par rapport à la période 1880-1899, le bassin méditerranéen (bleu) et le monde (vert) étant présentés avec (courbes claires) et sans (courbes sombres) lissage.

Source : Données de Berkeley Earth citées dans Cramer et al, 2018.

Depuis le début de l'ère industrielle, la température annuelle moyenne du bassin méditerranéen n'a cessé d'augmenter au fil des ans, de même que les températures extrêmes, les vagues de chaleur et les nuits tropicales, dont l'intensité, le nombre et la durée ont augmenté au cours des dernières décennies, en particulier en été, et qui devraient continuer à augmenter (GIEC, 2022).

Nuit tropicale

Une nuit dont la température minimale moyenne est supérieure à 20 °C.

Canicule

Une période persistante de temps excessivement et anormalement chaud

La **température de surface de la mer** en Méditerranée s'est également déjà réchauffée d'environ 0,4°C par décennie au cours de la période comprise entre 1985 et 2006 et devrait atteindre entre + 1,8°C et + 3,5°C par rapport à la période 1961 - 1990 d'ici 2100. Les vagues de chaleur marines sont devenues plus longues et plus intenses et ces deux paramètres devraient continuer à augmenter à l'avenir (GIEC 2022).

L'augmentation de la chaleur dans l'atmosphère due au réchauffement de la planète entraîne une augmentation de la fréquence et de la gravité des phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les cyclones ou les ouragans, les tempêtes de vent et les tempêtes de grêle.



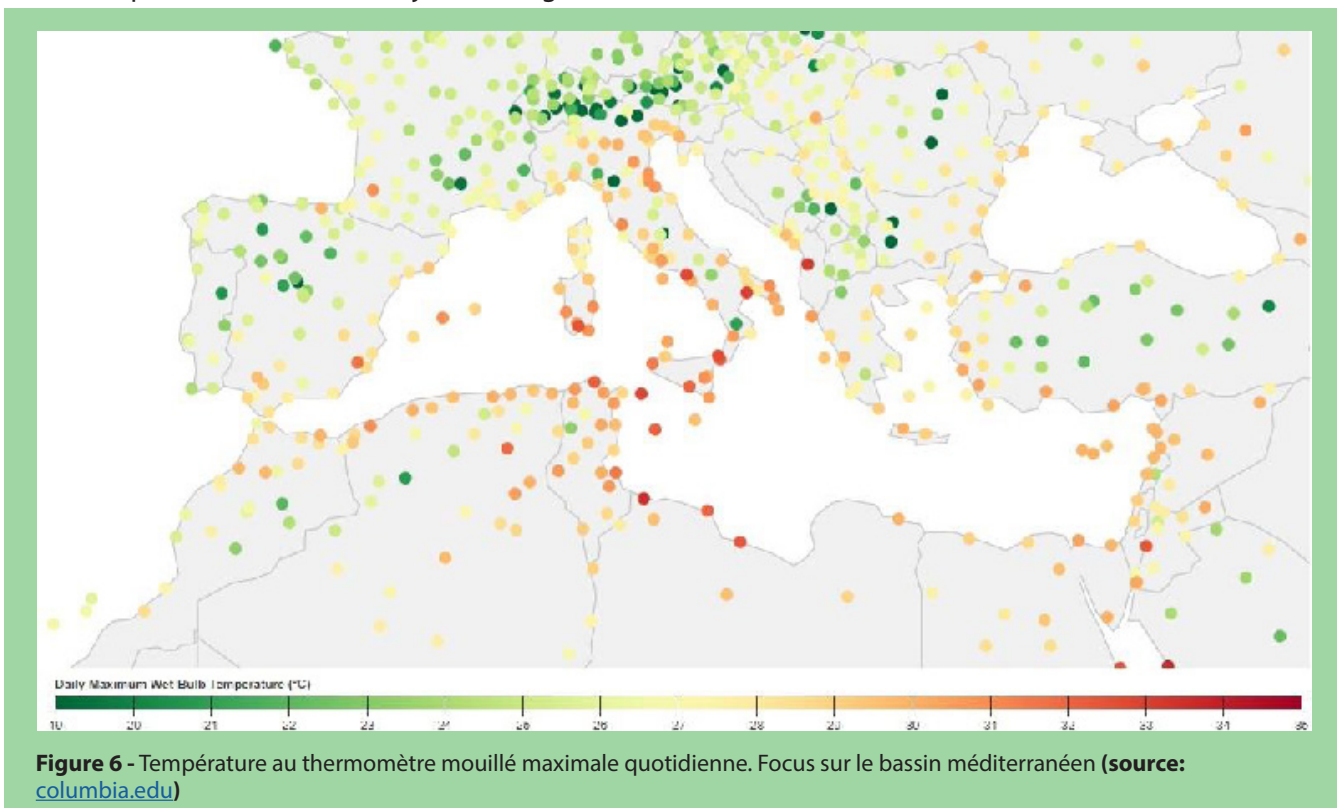
Medicane (cyclone subtropical méditerranéen)

Ce terme est la contraction de "Mediterranean hurricane (ouragan méditerranéen)".

L'effet combiné de la chaleur et de l'humidité

Le corps humain régule sa température en éliminant l'excès de chaleur par la transpiration. Lorsque l'humidité relative augmente, la transpiration devient inefficace, car l'air est déjà saturé et ne peut plus recevoir d'eau supplémentaire sous forme de vapeur. Dans ces conditions extrêmes de chaleur et d'humidité, le corps, même au repos, ne peut pas se refroidir, ce qui entraîne plusieurs problèmes de santé et peut même conduire à la mort en quelques heures. La température au thermomètre mouillé est utilisée pour mesurer la combinaison de la température et de l'humidité dans l'air. Lorsque la température au thermomètre mouillé atteint 32°C, une personne n'est plus en mesure d'effectuer des activités en plein air et 35°C est considéré comme la limite théorique de survie (équivalent à un indice de chaleur de 70°C).

Une étude récente (Raymond et al. 2020) a enregistré les occurrences de chaleur et d'humidité extrêmes à travers le monde et a constaté que dans certaines régions, elles augmentent en fréquence et en intensité, bien qu'elles soient limitées dans le temps (quelques heures) pour le moment. Comme le montre la figure 6, ces conditions météorologiques pourraient devenir un problème dans certaines parties de la région méditerranéenne également et, en effet, des températures maximales quotidiennes élevées au thermomètre mouillé supérieures à 32°C ont déjà été enregistrées dans le bassin méditerranéen.



La relation Clausius-Clapeyron de la thermodynamique indique que pour chaque augmentation d'un degré de la température, la teneur en eau de l'atmosphère augmente de 7 %. Par conséquent, ces conditions extrêmes de chaleur et d'humidité seront un risque de plus en plus fréquent dans la région méditerranéenne. En outre, l'augmentation de la température de la mer et des vagues de chaleur marine, ainsi que l'augmentation consécutive de l'évaporation de l'eau de mer et de l'humidité de l'air, combinée à l'effet d'îlot de chaleur urbain, feront **augmenter le nombre de nuits tropicales dans les villes côtières.**

Effet d'îlot de chaleur urbain (ICU)

La température dans une zone urbaine est généralement plus élevée que dans les zones non urbanisées environnantes en raison de la modification de la surface du sol et de la concentration des activités humaines. Les matériaux de construction accumulent la chaleur pendant la journée sous l'effet du rayonnement solaire et la restituent la nuit, lorsque ce phénomène devient plus évident. L'effet principal est l'augmentation de la température minimale.

Les grandes aires de stationnement contribuent à l'augmentation de la température, entraînant une modification significative du microclimat. En outre, la chaleur résiduelle des voitures, des systèmes de climatisation et d'autres activités humaines contribue également à l'effet d'ICU. La rareté des arbres dans les environnements urbains augmente également l'ICU en raison de l'absence d'ombrage des surfaces artificielles et du refroidissement par évaporation que les arbres peuvent fournir par évapotranspiration. Les vents peuvent également contribuer à réduire cet effet, mais dans les villes, les grands immeubles et la disposition des bâtiments empêchent une ventilation naturelle adéquate. De plus, les grands bâtiments contribuent à l'effet d'ICU en offrant de nombreuses surfaces qui reflètent et absorbent le rayonnement solaire et augmentent ainsi l'efficacité du réchauffement. Ces impacts causés par les bâtiments sont appelés **effet de canyon urbain**.

Malgré cette tendance à l'augmentation de la température moyenne, les phénomènes météorologiques de froid extrême tels que les vagues de froid, la neige, le verglas et les blizzards sont toujours possibles, avec une fréquence très faible, mais une intensité plus élevée. Les villes doivent donc être préparées à faire face à un éventail plus large d'impacts climatiques.

Principaux impacts sur l'environnement urbain

Les changements de températures, la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes produisent des effets sur :

■ Le système électrique (production et distribution d'énergie)

Pendant les vagues de chaleur, la consommation d'électricité augmente en raison de l'utilisation de la climatisation (les plus fortes augmentations étant prévues pour l'Italie, l'Espagne et la France), ce qui entraîne des **coupures de courant en raison de la demande excessive d'électricité**. La chaleur réduit également l'efficacité des panneaux solaires. Il augmente également la température dans les transformateurs électriques et endommage les câbles, ce qui augmente encore les risques d'interruption de service.

D'autre part, les phénomènes météorologiques extrêmes, comme les tempêtes de grêle, les cyclones ou les tempêtes de vent, peuvent endommager les installations de production d'énergie (par exemple, les panneaux solaires ou les éoliennes) ou toucher les infrastructures de distribution d'électricité, provoquant des interruptions de service.

■ La santé humaine :

La morbidité et la mortalité liées à la chaleur devraient augmenter considérablement dans les pays méditerranéens, quel que soit le scénario climatique. Les principaux effets sont liés aux phénomènes météorologiques extrêmes, aux changements dans la propagation des maladies sensibles au climat, et aux modifications des conditions environnementales et sociales. Les répercussions devraient être les plus importantes dans les zones urbaines où les gens sont concentrés et où les îlots de chaleur urbains entraînent des températures plus élevées dans les centres-villes (Yang et al. 2016). En effet, les températures élevées ont un impact direct sur la santé humaine en provoquant des problèmes respiratoires et cardiovasculaires, des infarctus du myocarde (c'est-à-dire des "crises cardiaques") et des accidents vasculaires cérébraux, mais elles peuvent également engendrer la prolifération d'espèces d'insectes porteurs de maladies arthropodes (par exemple, le moustique tigre, entre autres). Les nuits tropicales provoquent la fatigue et diminuent par conséquent la productivité des personnes. Elles peuvent entraîner des problèmes physiologiques chez les personnes

vulnérables, les températures élevées de la nuit étant un facteur important de stress thermique.

Tourism

D'une part, pendant l'été, les touristes pourraient préférer des destinations où les températures sont plus douces que dans les pays méditerranéens, ce qui pourrait contribuer à un déplacement des saisons touristiques vers des mois qui ne sont actuellement pas attractifs pour le tourisme côtier.

Une région en voie de sécheresse

La Méditerranée se distingue par l'ampleur et l'importance de la baisse des précipitations hivernales.

Un réchauffement planétaire de 2°C s'accompagnera vraisemblablement d'une réduction des précipitations estivales d'environ 10 à 15% dans le sud de la France, le nord-ouest de l'Espagne et les Balkans, et jusqu'à 30% en Turquie. Pour chaque degré de réchauffement climatique, les précipitations moyennes diminueront vraisemblablement d'environ 4 % dans une grande partie de la région (SoED, 2020). Les projections climatiques futures indiquent un changement prédominant vers un régime de précipitations basé sur une plus grande variabilité interannuelle, une plus grande intensité et des extrêmes plus importants, ainsi qu'une diminution de la fréquence des précipitations et des périodes sèches plus longues (MedECC, 2020).

L'augmentation des températures, qui déclenche une forte évaporation de l'eau de toutes les surfaces humides (telles que la mer, les rivières, la terre, etc.), combinée à la diminution des précipitations, entraîne des **sécheresses qui devraient devenir plus graves, plus fréquentes et plus longues** dans le cadre de scénarios d'émissions modérées, et a fortiori dans le cadre de scénarios d'émissions graves (GIEC, 2022).

L'effet couplé du réchauffement et de la sécheresse devrait entraîner une augmentation générale de l'aridité et la désertification subséquente de nombreux écosystèmes terrestres méditerranéens.

Principales incidences sur l'environnement urbain

■ Pénurie d'eau

La ressource "eau" est, et sera, la plus critique dans la région méditerranéenne, comme le montre malheureusement la grave sécheresse qui a sévi à la fin de 2021 et pendant une grande partie de 2022. En raison du seul changement climatique, la disponibilité de l'eau douce est susceptible de diminuer de 2 à 15% pour un réchauffement de 2°C (parmi les plus fortes diminutions au monde) et le nombre de jours où les ressources en eau sont insuffisantes augmente dans tous les scénarios de réchauffement global (MedECC, 2020), affectant jusqu'à 54% de la population méditerranéenne. La région devra donc faire face à des demandes en eau plus importantes de la part de tous les secteurs (irrigation, production d'énergie, utilisation domestique et industrielle), alors que les ressources en eau douce sont moins disponibles.

■ Énergie

En été, les périodes chaudes et sèches entraînant une sécheresse pourraient **réduire la production d'électricité**, tant celle des centrales hydroélectriques en raison de la rareté de l'eau, que celle des centrales thermiques en raison de leurs importants besoins en eau de refroidissement.

■ Espaces verts urbains

La végétation, en particulier les arbres, **peut ne pas se rétablir après des périodes prolongées de sécheresse**, ce qui impacte les services écosystémiques fournis par l'infrastructure verte, par exemple l'ombrage et le refroidissement par évapotranspiration. La combinaison de l'augmentation des vagues de chaleur, des sécheresses et de la modification des pratiques d'utilisation des terres a entraîné une augmentation du risque d'incendie, un allongement de la saison des feux et des incendies plus fréquents, plus importants et plus graves. Ce phénomène peut avoir des effets dévastateurs sur les espaces verts et a provoqué, au cours des dernières décennies, des records de surfaces brûlées dans certains pays méditerranéens.

■ Le tourisme pourrait également être impacté.

En montagne, par exemple, plusieurs stations de ski pourraient cesser leurs activités en raison du manque de neige et des coûts insoutenables de l'enneigement artificiel.

Une mer qui monte

Conformément aux tendances mondiales causées par le réchauffement et la perte de glace glaciaire, le niveau de la mer en Méditerranée a augmenté. Le niveau de la mer devrait augmenter plus fortement que prévu, principalement en raison de phénomènes mondiaux, notamment la dilatation thermique de l'eau de mer et la fonte accélérée des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique.

Dans un passé récent, le niveau de la mer Méditerranée a augmenté de 2,8 mm par an, ce qui est cohérent avec la tendance globale du niveau de la mer. D'ici la fin du 21^e siècle (2080-2099), l'élévation prévue du niveau moyen de la mer dans le bassin méditerranéen, par rapport au climat actuel (1980-1999), est estimée à 37 cm, 45 cm, 62 cm et 90 cm dans le cadre des scénarios RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5 et des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre les plus élevés, respectivement (Somot et al. 2016; Jordà et al. 2020). Il est clair que le **niveau de la mer augmentera au cours des prochains siècles, même si les concentrations de gaz à effet de serre se stabilisent**.

L'élévation du niveau de la mer inondera certaines parties des zones urbaines côtières de faible altitude et augmentera les zones qui seront exposées aux inondations côtières dues aux marées hautes ou aux ondes de tempête et à l'érosion côtière.

Principales incidences sur l'environnement urbain

■ Population

Environ 150 millions de personnes (un tiers de la population méditerranéenne) vivent actuellement à proximité de la mer, un nombre qui devrait augmenter au cours des prochaines décennies. Cette zone est déjà confrontée à des menaces majeures telles que les inondations et l'érosion côtières dues à l'élévation du niveau de la mer, les événements extrêmes, l'intrusion d'eau de mer dans les aquifères côtiers et la dégradation de l'habitat. Alors que l'érosion côtière et la salinisation impactent particulièrement la production agricole et l'approvisionnement en eau des villes, l'inondation (due à l'élévation accélérée du niveau de la mer) **endommage les bâtiments**.

■ Patrimoine

De nombreux sites historiques sont en effet situés sur les côtes et risquent actuellement d'être inondés, ce qui entraîne des dommages tant structurels que du point de vue de l'attrait touristique.

■ Économie

Les industries côtières et leurs infrastructures de soutien, y compris les transports (ports, routes, chemins de fer, aéroports), comme l'alimentation en électricité et en eau, les eaux pluviales et les égouts, seront également touchées par des inondations temporaires ou permanentes.

■ Le tourisme

De nombreuses destinations touristiques sont menacées par l'effet combiné de l'érosion et de la montée des eaux. En outre, la perte potentielle du patrimoine culturel dans les villes côtières pourrait réduire l'attrait de certaines destinations touristiques méditerranéennes.

Évolution prévue des facteurs d'impact climatique dans la région méditerranéenne

Le tableau n° 2 liste les principaux facteurs d'impact climatique dans la zone méditerranéenne associés à une confiance élevée d'**augmentation (cellules bleues)** ou de **diminution (cellules jaunes)**, correspondant approximativement à des niveaux de réchauffement global entre 2°C et 2,4°C.

Les facteurs d'impact climatique	
Côtiers et océaniques	Acidité des océans
	Canicule marine
	Érosion côtière <i>Le long des côtes sableuses et en l'absence de puits/sources de sédiments supplémentaires ou d'obstacles physiques au recul du littoral</i>
	Submersion côtière
	Niveau relatif de la mer
Neige et glace	Glace de lac, rivière et mer
	Permafrost
	Neige, glacier et calotte glaciaire
Vent	Vitesse moyenne du vent
Humidité et sécheresse	Conditions propices aux incendies
	Sécheresse agricole et écologique
	Sécheresse hydrologique
	Aridité
	Précipitations moyennes
Chaleur et froid	Gelée
	Coup de froid
	Chaleur extrême
	Température moyenne de l'air
Autres	Co2 atmosphérique à la surface

Tableau 2 - Impacts climatiques - facteurs d'augmentation ou de diminution avec un degré de confiance élevé (adapté du tableau 12.7 du chapitre 12 du rapport du GT I, GIEC 2021)

Impacts du changement climatique sur la mobilité urbaine et mesures d'adaptation

Responsable d'une part importante des émissions de polluants atmosphériques, le **secteur des transports exerce une forte influence sur le changement climatique, tout en étant affecté par celui-ci**. Les phénomènes météorologiques extrêmes, dont certains augmentent en intensité et en fréquence, ainsi que les changements plus lents, mais inexorables (par exemple, l'élévation du niveau de la mer) peuvent en effet entraîner des dommages aux infrastructures de transport, qui ont par conséquent un impact sur le système économique et social des villes.

Comprendre et estimer l'impact des risques climatiques sur le système de transport urbain est essentiel pour identifier et mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces.

Deux grandes catégories de risques climatiques ont été prises en considération :

- 1) **Les tendances à long terme** telles que l'élévation du niveau de la mer ;
- 2) **Les événements extrêmes** tels que les inondations, les fortes précipitations, les vents extrêmes, les vagues de chaleur et les incendies de forêt.

D'une part, **l'élévation du niveau de la mer est un phénomène lent et inexorable** auquel les villes côtières doivent s'adapter en mettant en œuvre des mesures à long terme.

Les événements météorologiques extrêmes, quant à eux, provoquent des **perturbations dans les infrastructures et les services du système de transport (qu'ils soient critiques ou non)** et génèrent des **situations d'urgence et des besoins d'évacuation**. Les perturbations sont généralement temporaires, limitées à la durée de l'événement météorologique extrême, et ne peuvent être plus longues que si les infrastructures de mobilité sont endommagées. L'impact sur les comportements liés à la mobilité est occasionnel et généralement limité à la durée de l'événement météorologique extrême. Les gens n'ont pas besoin de changer leurs habitudes ou leurs schémas de mobilité puisque ces événements sont rares et limités dans le temps.

Pour chacun de ces risques climatiques, une fiche d'information a été préparée sur la base de la littérature concernant la recherche sur l'impact et l'adaptation et des contributions recueillies dans le cadre de la série de webinaires sur le transport urbain. Les fiches d'information comprennent une brève introduction au phénomène, la tendance attendue pour l'avenir, les impacts sur la mobilité urbaine et les mesures d'adaptation possibles qui doivent, devraient ou peuvent être adoptées à l'échelon européen, national et local. La section "Facteurs d'impact climatique connexes" met en évidence d'autres événements climatiques extrêmes qui peuvent induire ou causer celui auquel la fiche fait référence ou dont la concomitance peut exacerber les impacts.

Les mesures d'adaptation sont axées sur les infrastructures (par exemple, les routes, les chemins de fer, les gares, etc.), les services (par exemple, les plans d'urgence, les systèmes d'information en temps réel, etc.) et les comportements, et peuvent être généralement divisées en trois catégories : planification, modernisation et gestion. La plupart des solutions consistent en des mesures de prévention des impacts des phénomènes météorologiques extrêmes et sont applicables à différents niveaux, du local à l'europpéen.

Adapter signifie :

- Mettre en œuvre des actions pour maintenir, gérer, renforcer et protéger les infrastructures des dommages climatiques en planifiant, non pas en tenant compte des conditions passées, mais des tendances futures et en mettant en œuvre des innovations technologiques ;
- Rénover ou relocaliser d'anciennes infrastructures qui pourraient être gravement endommagées en cas d'impacts climatiques ;
- Adopter des solutions fondées sur la nature (NbS)² pour réduire la vulnérabilité des zones urbaines et des infrastructures de transport ;

² Les solutions basées sur la nature (NbS) sont définies par la Commission européenne comme des solutions aux défis sociétaux qui sont inspirées et soutenues par la nature, qui sont financièrement efficaces, fournissent simultanément des avantages environnementaux, sociaux et économiques et aident à renforcer la résilience. Pour plus d'informations, voir <https://www.eea.europa.eu/publications/nature-based-solutions-in-europe>, rapport AEE n° 1/2021

- Améliorer les systèmes d'information sur la circulation en temps réel et les systèmes d'alerte précoce; investir dans des dispositifs de planification des déplacements, des outils permettant au secteur des transports de réagir rapidement aux événements climatiques extrêmes ;
- Promouvoir une structure de transport urbain flexible et multimodale qui donne la possibilité de trouver facilement une autre solution de transport au cas où l'une d'elles deviendrait inutilisable ;
- Envisager et planifier, en collaboration avec les autorités régionales et nationales, la relocalisation des infrastructures et la restauration des lieux touchés par le changement climatique.

MESSAGES CLÉS POUR LES DÉCIDEURS POLITIQUES

- ⚠ La première étape pour les villes consiste à **réaliser une évaluation approfondie de leur vulnérabilité afin de comprendre les risques climatiques actuels et à long terme.**
- ⚠ La deuxième étape consiste à **intégrer le risque climatique dans l'urbanisme.**
- ⚠ Sur la base de l'évaluation des risques, **différentes solutions d'adaptation doivent être identifiées, classées par ordre de priorité, puis mises en œuvre.**
- ⚠ **Les systèmes de sensibilisation et d'alerte précoce** sont très efficaces et rentables pour la plupart des risques climatiques.
- ⚠ Les décideurs ont tendance à investir dans des propositions qui génèrent des bénéfices à court terme, tandis que les **bénéfices économiques** des investissements réalisés pour adapter la ville au changement climatique **ne sont visibles qu'à long terme** ou ne sont pas visibles du tout puisqu'ils sont destinés à éviter les dommages potentiels.
- ⚠ Le manque de ressources financières et la faible capacité de planification sont souvent les causes sous-jacentes de la mise en œuvre inefficace de solutions pour faire face aux implications du changement climatique sur les infrastructures de transport.
- ⚠ Les mesures d'**infrastructure verte** sont efficaces pour lutter contre les températures élevées et les inondations dans les villes. Cependant, les besoins en eau liés à la mise en œuvre de ces solutions doivent également être pris en compte.
- ⚠ Les **mesures d'adaptation vont de pair avec les mesures d'atténuation.** En d'autres termes, il s'agit d'encourager l'utilisation de modes de transport bas carbone afin de réduire les émissions (par exemple, tramways électriques, amélioration des itinéraires cyclables et pédestres, bus électriques, etc.), tandis que l'infrastructure de transport reste résiliente face au changement climatique.

Élévation du niveau de la mer

37 % du littoral méditerranéen se trouve à moins de 10 m au-dessus du niveau de la mer et cette zone abrite 42 millions de personnes. Quelques centimètres d'élévation peuvent entraîner l'inondation de plusieurs kilomètres carrés de zones côtières

Faits relatifs à l'élévation du niveau de la mer

- L'augmentation du niveau de la mer affectera principalement les zones côtières plates dont l'altitude est très proche du niveau de la mer
- L'augmentation du niveau de la mer est lente et difficilement perceptible par le grand public
- L'impact sur les zones urbaines est double : a) aujourd'hui et à moyen terme, l'augmentation du niveau de la mer rend les zones côtières plus vulnérables aux inondations en cas de marée haute ou de marée de tempête et ces événements seront plus fréquents dans les années à venir ; b) à long terme, elle entraînera l'inondation de certaines zones qui seront sous le niveau de la mer en permanence ou à marée haute.
- De nombreuses villes et activités économiques en Méditerranée ont été construites sur les bords de la mer. Plusieurs destinations touristiques sont situées sur des plages de sable presque au niveau de la mer et pourraient être très vulnérables.
- Ce ne sont pas seulement les infrastructures souterraines qui risquent d'être inondées, mais aussi plusieurs infrastructures de transport de surface qui ont été construites près de la mer, comme les routes, les chemins de fer, les ports et même les aéroports (par exemple, Venise, Nice, Cagliari, Barcelone, Brindisi et plusieurs îles grecques)

Tendances futures

Le niveau de la mer Méditerranée devrait continuer à augmenter, atteignant probablement 0,15 à 0,33 mètre en 2050 selon le scénario.

Dans le pire des cas, même sans tenir compte de la fonte éventuelle de l'Antarctique, elle atteindra jusqu'à 1 mètre d'élévation, ce qui augmentera le risque d'inondation et d'érosion des côtes.

Les Facteurs d'Impact Climatique Connexes

■ Submersion côtière



Impacts sur la Mobilité Urbaine

	Utilisateurs	Véhicules	Infrastructure	Fonctionnement
Transports en commun			●●●	●●
Mobilité active	●		●●●	●
Transport privé			●●●	●

● Bas ●● Moyen ●●● Élevé

Les impacts significatifs de l'élévation du niveau de la mer sur la mobilité urbaine **touchent les infrastructures** (principalement celles qui existent), puisque l'élévation du niveau de la mer est un changement à long terme et que les infrastructures sont durables, mais généralement difficiles à adapter à des changements qui n'ont pas été pris en compte lors de la phase de conception. Tout préjudice ou dommage ayant un impact important sur l'infrastructure aura nécessairement un impact important sur l'exploitation des services de transports en commun fonctionnant sur cette infrastructure et, en fin de compte, sur les utilisateurs qui dépendent de ce service.

- **Inondation des infrastructures souterraines** : ces infrastructures (par exemple, les parkings souterrains, les stations et le réseau de métro) sont souvent étanches, mais dans ce cas, l'eau se déverse par l'entrée.
- **Inondation des infrastructures de surface** : risque d'inondation et de dommages aux infrastructures routières et ferroviaires ; les dommages au réseau électrique peuvent perturber les lignes de tramway, les arrêts et le stockage ; les installations portuaires pourraient devenir inutilisables.
- **Corrosion des infrastructures** : les infrastructures existantes qui, à l'origine, n'étaient pas directement en contact avec le milieu salin n'ont pas été conçues pour y résister. Par conséquent, les dommages causés par la corrosion seront importants, mettant ces constructions en danger et réduisant leur durée de vie.

Mesures d'Adaptation Possibles

Au niveau local

OBLIGATOIRE

⚠ Cartographier et évaluer la vulnérabilité des zones côtières

Lorsque le risque de submersion côtière augmente et que les zones côtières deviennent très vulnérables, il faut décider s'il faut abandonner ou protéger chaque zone menacée, y compris les bâtiments et les infrastructures. Une telle décision doit prendre en considération les éléments suivants, en élaborant et en comparant différents scénarios :

- La valeur économique de la zone et le coût nécessaire à sa protection ;
- La valeur culturelle de la zone, tant en matière de patrimoine culturel que d'identité sociale ;
- Sa pertinence pour le réseau de transport.

⚠ Construire des barrières pour protéger les zones côtières des inondations occasionnelles ou permanentes

Les barrières telles que les digues ou les brise-lames submergés peuvent protéger les zones côtières et les infrastructures de mobilité contre les inondations occasionnelles dues à des phénomènes météorologiques extrêmes (marée haute, marée de tempête, etc.), l'érosion côtière accrue due au changement climatique et les inondations permanentes dues à l'élévation du niveau de la mer.

⚠ Planifier dans une perspective à long terme

L'aménagement du territoire et la construction de nouvelles infrastructures de transport (nouvelles lignes de métro, aéroports, etc.) devraient tenir compte de l'élévation attendue du niveau de la mer à la fin du siècle, selon le scénario le plus probable.

Élévation du niveau de la mer

SOUHAITABLE

► **Protéger les infrastructures contre les inondations occasionnelles**

Dans les zones à haut risque d'inondation occasionnelle, les mesures suivantes pourraient être mises en œuvre :

- L'installation et l'entretien de pompes de secours pour évacuer l'eau des systèmes de transport souterrains et des tunnels
- Élever le niveau d'entrée
- Promouvoir l'utilisation de barrières mobiles pour bloquer l'entrée en cas d'inondation
- Installer les grilles de ventilation à une hauteur plus élevée
- Entretien fréquemment les infrastructures de drainage et les systèmes de pompage.

Dans le cas des infrastructures de transport urbain, la responsabilité relève du cadre réglementaire local de la ville, de l'autorité régionale ou même de l'État.

► **Mettre en place un véritable service de prévisions météorologiques, un système intégré d'alerte précoce et des plans d'urgence**

Les solutions de protection contre les inondations occasionnelles doivent être associées à un service de prévisions météorologiques approprié, à un système d'alerte précoce et à l'adoption de plans d'urgence.

POSSIBLE

► **Saisir l'occasion de rendre les barrières de protection multifonctionnelles**

Lorsque la construction de barrières, de digues ou de brise-lames submergés est nécessaire, ces barrières pourraient également être utilisées pour la production d'énergie à partir des marées ou du vent ou comme itinéraires de promenade et de cyclisme.

► **Saisir l'occasion d'exploiter les solutions basées sur la nature (Nbs)**

Les dunes de sable sont une solution naturelle qui peut empêcher l'inondation des côtes due à l'élévation du niveau de la mer. Néanmoins, elles ont besoin de beaucoup d'espace et de temps pour se développer jusqu'à des niveaux qui assureraient une protection efficace. D'autres mesures, comme les zones humides côtières et les mesures d'atténuation des vagues telles que les récifs sous-marins et - dans une certaine mesure - les champs de posidonies le long du littoral, peuvent réduire les vagues et les marées de tempête, réduisant ainsi l'érosion, mais pas l'inondation des côtes due à l'élévation du niveau de la mer.

Au niveau national et local

OBLIGATOIRE

⚠ **Adopter des caractéristiques de conception adéquates et revoir les normes techniques de construction**

Si une zone est considérée comme présentant un risque d'inondation par la mer, les nouvelles infrastructures de mobilité prévues doivent être conçues avec un niveau d'entrée plus élevé, des matériaux résistants à l'eau de mer, et équipées de pompes et de systèmes de drainage adéquats.

⚠ **Sensibiliser le grand public, les décideurs politiques et les urbanistes aux risques**

Il est également nécessaire de sensibiliser davantage le grand public aux risques spécifiques liés à l'élévation du niveau de la mer. Cela permettra de mieux faire accepter la réglementation et les infrastructures nécessaires à la protection contre l'élévation du niveau de la mer et les inondations. Toutefois, une campagne de sensibilisation plus adaptée devrait également cibler les urbanistes et les décideurs politiques.

SOUHAITABLE

► **Cadre politique pour la mise en œuvre de NbS**

Créer un cadre réglementaire contraignant ou incitatif pour la mise en œuvre de NbS pour la planification et la construction d'infrastructures.

Au niveau européen et national

SOUHAITABLE

► **Rendre obligatoire l'évaluation de l'élévation du niveau de la mer dans la planification**

Étant donné que la sensibilisation des décideurs politiques et des urbanistes n'est pas toujours appropriée, il est recommandé de rendre obligatoire l'évaluation des risques liés à l'élévation du niveau de la mer, pour tous les plans régionaux et locaux qui définissent l'utilisation des zones côtières, au moyen d'une directive européenne ad hoc.

La législation nationale devrait se conformer à ces exigences de l'UE, et les gouvernements nationaux devraient appliquer ces principes lors de la planification de nouvelles infrastructures de transport.

Élévation du niveau de la mer

Inondations

Outre les sécheresses, les inondations sont et resteront probablement les risques météorologiques les plus dangereux pour les pays méditerranéens

Faits relatifs aux inondations

Les inondations sont des risques météorologiques classés dans la catégorie des "événements météorologiques extrêmes" dont le profil est susceptible d'être affecté de manière significative par le changement climatique. Il existe différents types d'inondations en fonction de la cause qui les génère.

- **LA CRUE PLUVIAIRE** : elle se produit lorsqu'un événement pluvieux extrême crée une inondation indépendamment de la présence à proximité d'une rivière, d'un lac, etc. Elle peut se produire dans n'importe quel endroit, urbain ou rural.
- **LA CRUE DE FLEUVE** : déclenchée par de fortes précipitations, la fonte des neiges dans les zones en amont ou l'influence des marées. Elle se produit lorsque le volume des eaux de ruissellement dépasse les capacités d'écoulement locales en raison de pluies intenses.
- **LA SUBMERSION CÔTIÈRE** : des niveaux de mer extrêmes peuvent être atteints pendant les tempêtes, en combinaison avec des marées hautes, entraînant des submersions marines en l'absence de protection côtière suffisante.

Les crues éclair catastrophiques sont beaucoup plus fréquentes, notamment dans la partie occidentale de la Méditerranée, une zone qui est beaucoup plus exposée aux événements à fort impact et à forte magnitude, en raison du climat local, qui a tendance à provoquer de fortes précipitations locales courtes et intenses.

Les inondations peuvent survenir parce que la conception des systèmes de drainage urbain, des berges ou des digues n'est plus adaptée pour faire face à des "bombes hydrauliques" soudaines et violentes, dont la magnitude a été amplifiée par le changement climatique.

Tendances futures

Les projections actuelles, probablement en raison des limites des jeux de données disponibles et de certains signaux complexes qui se chevauchent, n'indiquent pas de changement dans les modèles d'inondations extrêmes dans la région méditerranéenne lié au changement climatique. Cependant, la vulnérabilité aux inondations va probablement augmenter en raison de la croissance démographique et du développement urbain dans les zones inondables dans les années à venir. La sécheresse exacerbe les impacts des inondations, car elle réduit la capacité du sol à absorber l'eau, le rendant imperméable, augmentant le ruissellement et, par conséquent, la probabilité d'inondations. En outre, la quantité totale de précipitations sera approximativement la même. Cependant, elle sera concentrée sur quelques jours, ce qui augmentera le risque d'inondation des espaces publics, des bâtiments et des infrastructures de transport.

Facteurs d'impact climatique connexes :

- Précipitations importantes
- Élévation du niveau de la mer



Impacts sur la Mobilité Urbaine

	Utilisateurs	Véhicules	Infrastructure	Fonctionnement
Transports en commun	●●●	●●●	●●●	●●●
Mobilité active	●●●	●●	●●	●●●
Transport privé	●●	●●●	●●●	●●●

● Bas ●● Moyen ●●● Élevé

Les inondations ont un impact grave sur tous les aspects de la mobilité et des modes de vie urbains.

■ Circulation et sécurité

Les inondations mineures peuvent provoquer des perturbations de la circulation et des embouteillages et augmenter les accidents liés aux conditions météorologiques. Les inondations importantes, au contraire, avec des niveaux d'eau élevés et/ou un fort débit, peuvent emporter les véhicules et menacer gravement la vie des personnes.

■ Infrastructures souterraines inutilisables

Pendant et après une inondation, les infrastructures souterraines, comme les réseaux de métro, les passages souterrains et les parkings, sont inutilisables, car elles sont submergées, ce qui a également des conséquences sur les services de transports en commun.

■ Utilisation réduite ou entrave des infrastructures de mobilité

L'inondation d'une zone provoque des interruptions du réseau de transport, ce qui entraîne également des perturbations du service de transports en commun. Lors de crues éclair ou d'inondations fluviales, on pourra déplorer que des infrastructures de transport soient emportées, ce qui entraînerait des perturbations à long terme et des coûts élevés de reconstruction.

En ce qui concerne le transport fluvial, les inondations pourraient entraîner des interruptions de service pour des raisons de sécurité, des dommages aux quais et une réduction de la navigabilité des voies navigables en raison de l'augmentation du dépôt de débris. Des dragages plus fréquents pourraient être nécessaires, avec une augmentation des coûts d'entretien.

■ Accessibilité réduite aux infrastructures de mobilité

Pendant et immédiatement après une inondation, l'accès aux infrastructures de mobilité - et par conséquent aux services de transports en commun - pourrait être réduit en raison de l'inondation d'une zone (par exemple, un arrêt ou une station de ligne de transports en commun ou des lignes de métro souterraines).

■ Détérioration accrue des infrastructures

Les inondations peuvent accroître la détérioration des infrastructures (par exemple, l'érosion de la surface ou de la base des routes, qui peut réduire leur stabilité), ce qui nécessite un entretien plus fréquent et, par conséquent, des coûts plus élevés. Les crues des rivières augmentent également l'érosion, ce qui peut accélérer l'affouillement des ponts, menaçant la stabilité de ces infrastructures. Le risque d'effondrement du pont doit également être pris en compte en raison des matériaux transportés pendant la crue qui peuvent rester coincés et former un barrage lorsque l'eau s'écoule, augmentant ainsi l'action de l'eau sur la structure du pont.

³ Ibidem

Solutions/Mesures d'Adaptation Possibles

Au niveau local

OBLIGATOIRE

⚠ **Cartographier et évaluer la vulnérabilité aux inondations des infrastructures de mobilité urbaine**

Le risque d'inondation des zones doit être évalué, en tenant compte du type d'inondation possible (pluviale, fluviale ou côtière) et de la topographie. Ensuite, la vulnérabilité de la mobilité urbaine doit être cartographiée en fonction de la présence d'infrastructures de mobilité inondables dans les zones à haut risque d'inondation.

⚠ **Adopter des mesures de protection pour les infrastructures de mobilité urbaine existantes exposées aux inondations**

Des mesures de protection actives ou passives doivent être adoptées localement pour protéger les infrastructures de mobilité vulnérables aux inondations.

- Mesures de protection actives : entretien des zones inondables des rivières pour éliminer toute végétation ; système d'alerte efficace ; système de pompage.
- Mesures de protection passives : barrières physiques ; accès surélevé aux installations souterraines ; systèmes de drainage.

Déplacer et/ou éliminer les infrastructures qui aggravent les effets de la modification du climat ou qui sont gravement touchées par celle-ci.

⚠ **Planifier et concevoir de nouvelles infrastructures de mobilité urbaine en tenant compte du risque d'inondation**

Lors de la planification de nouvelles infrastructures de mobilité urbaine, éviter les zones à haut risque d'inondation à long terme et adopter des caractéristiques de conception spécifiques pour protéger les infrastructures.

POSSIBLE

▶ **Informier et éduquer**

Améliorer les prévisions météorologiques, élaborer et mettre en œuvre des plans de gestion des urgences et des systèmes d'alerte précoce. Organiser des événements de formation communautaire pour améliorer les connaissances et sensibiliser sur le comportement à adopter et la conduite à tenir pendant une inondation.

Au niveau national

SOUHAITABLE

▶ **Adopter des mesures de protection pour les infrastructures de mobilité urbaine existantes exposées aux inondations**

Au niveau national, l'évaluation de la vulnérabilité aux inondations des infrastructures de mobilité urbaine devrait devenir obligatoire et constituer le point de départ de l'élaboration d'un plan local visant à mettre progressivement en œuvre des mesures de protection pour les infrastructures de mobilité très vulnérables aux inondations.

Déplacer et/ou éliminer les infrastructures qui aggravent les effets de la modification du climat ou qui sont gravement touchées par celle-ci.

▶ **Planifier et concevoir de nouvelles infrastructures de mobilité urbaine en tenant compte du risque d'inondation**

Au niveau national, des directives, des normes techniques de construction ou des lois devraient être publiées pour rendre cette approche obligatoire.

Au niveau européen et national

SOUHAITABLE

► Informer et éduquer

Des directives éducatives peuvent être publiées et des campagnes sur l'évacuation d'urgence peuvent être diffusées.



Fortes précipitations

Les précipitations extrêmes sont l'un des risques naturels les plus fréquents et ont l'impact négatif le plus important, entraînant éventuellement des glissements de terrain et des inondations (pluviales, fluviales, éclair).

Faits relatifs aux fortes précipitations

- Les événements de fortes précipitations se sont multipliés ces dernières années dans le sud de l'Europe, en particulier dans la région méditerranéenne, et sont fortement corrélés avec la température de surface de la mer Méditerranée.
- Ces épisodes occasionnels se produisent principalement pendant la saison d'automne et peuvent donner lieu à plus de 200 mm de précipitations en moins de 24 h, produisant des crues éclair dévastatrices avec des pertes sociales et économiques très élevées.

Les **tempêtes de grêle** font partie de la catégorie des fortes précipitations.

Tendance future

Les fortes précipitations devraient diminuer en fréquence, mais devenir plus intenses en toutes saisons, sauf en été.

Les projections futures montrent une augmentation de la probabilité d'événements dommageables, en particulier dans la partie orientale de la région méditerranéenne espagnole (voir également la section sur les inondations).

Facteurs d'impact climatique connexes

- Inondation (crues pluviales)



Fortes précipitations

Impacts sur la Mobilité Urbaine

	Utilisateurs	Véhicules	Infrastructure	Fonctionnement
Transports en commun	●●●	●●●	●●●	●●
Mobilité active	●●●	●●	●●	●●●
Transport privé	●●	●●●	●●●	●●

● Bas ●● Moyen ●●● Élevé

Impact sur les infrastructures

■ Dommages aux infrastructures de mobilité

Les fortes précipitations peuvent provoquer l'instabilité hydrogéologique des pentes, en particulier après une période sèche, ce qui augmente le risque de glissement de terrain avec des dommages potentiels aux infrastructures de transport (par exemple, les routes, les chemins de fer).

■ Détérioration du revêtement routier

Les fortes précipitations augmentent l'érosion des routes, ce qui entraîne une baisse de la sécurité routière et une hausse des coûts d'entretien.

Impact sur les véhicules

■ Immobilisation des véhicules en raison de dommages

En cas de tempête de grêle extrême, les véhicules peuvent être sérieusement endommagés (vitres brisées, par exemple), ce qui les rend inutilisables longtemps après l'événement météorologique extrême.

Impact sur les utilisateurs

■ Embouteillage de véhicules à moteur particuliers

Les fortes précipitations découragent la mobilité active et l'utilisation des transports publics, ce qui entraîne une augmentation du nombre de voitures et des embouteillages sur le réseau routier.

■ Inconfort et sécurité

Les fortes précipitations nuisent au confort des voyageurs et augmentent le risque d'accident en raison des difficultés de circulation automobile, de la visibilité réduite et des routes glissantes. De plus, la capacité des gens à marcher et à utiliser des moyens de transport non motorisés est réduite et ils peuvent également être directement blessés en cas de fortes chutes de grêle.

Impact sur le service

■ Retards dans les services de transports en commun

De fortes précipitations pourraient entraîner des retards dans les services de transports en commun, en raison à la fois d'un encombrement plus important du réseau routier et d'une vitesse réduite pour des raisons de sécurité.



Mesures d'Adaptation Possibles

Au niveau local

OBLIGATOIRE

⚠ Maintenir l'efficacité du système de drainage

Vérifier régulièrement l'efficacité des drains. Il est nécessaire de nettoyer les regards et les drains routiers pour évacuer le feuillage et les déchets accumulés sur les bords de la chaussée pour éviter les inondations et minimiser les désagréments. Augmenter la capacité de pompage pour évacuer l'eau des tunnels, en envisageant également le déploiement de pompes mobiles en cas de fortes pluies.

⚠ Améliorer le système de drainage avec des réservoirs d'eaux pluviales ("solutions grises")

Mettre en œuvre le principe "Garder la pluie là où elle tombe" en équipant le système de drainage existant de réservoirs d'eaux pluviales, qu'ils soient gris ou naturels (par exemple, les parties basses des parcs urbains, les zones humides, etc.) pour retenir l'excès d'eau et l'évacuer progressivement après l'épisode de pluie extrême. En fonction des niveaux de précipitations locales, envisager de renforcer le système de drainage existant par la construction d'un système séparé pour les eaux pluviales.

⚠ Construire un système de drainage urbain durable (SUDS)

Étant donné l'augmentation de l'ampleur des fortes précipitations, exploiter la capacité de rétention d'eau des infrastructures urbaines vertes (par exemple, les jardins pluviaux) couplées à des infrastructures grises traditionnelles efficaces (par exemple, les systèmes de drainage).

⚠ Cartographier et évaluer la vulnérabilité aux inondations pluviales des infrastructures de mobilité urbaine

La vulnérabilité aux inondations pluviales des infrastructures de mobilité urbaine doit être évaluée et cartographiée afin de planifier et de hiérarchiser les actions d'adaptation.

⚠ Mettre en place un véritable service de prévision météorologique, un système d'alerte précoce et un plan d'urgence.

Une bonne capacité de prévision météorologique associée à un système d'alerte précoce permet d'activer des plans d'urgence afin de réduire les désagréments et les dommages potentiels.

SOUHAITABLE

▶ **Informier et former**

Au niveau régional, les centres de formation à la gestion des situations d'urgence devraient être renforcés ou créés, s'ils n'existent pas déjà, afin de former les citoyens (pour les trajets domicile/travail) et les travailleurs du secteur de la mobilité au comportement à adopter en cas de tempête.

POSSIBLE

▶ **Fournir des abris et des voies de mobilité active couvertes**

Les fortes précipitations peuvent survenir de manière inattendue et être très intenses. Des abris pourraient être prévus dans l'espace public pour les utilisateurs mobiles actifs et les opérateurs de l'économie du cycle également (par exemple, les cyclistes). De plus, des chemins couverts, comme des portiques ou des rues bordées d'arbres, pourraient promouvoir la mobilité active en encourageant davantage de personnes à marcher même les jours de mauvais temps.

Au niveau national

OBLIGATOIRE

⚠ Mettre à jour les règles de conception technique des systèmes de drainage

Au niveau national, les règles de conception technique des systèmes de drainage doivent être mises à jour - en particulier les séries de périodes de récurrence - afin de pouvoir faire face à l'ampleur et à la fréquence accrues des événements pluvieux.



Fortes précipitations

Vents Extrêmes

Un phénomène qui cause régulièrement de gros dégâts économiques à l'Europe.

Faits relatifs aux vents extrêmes

- Les vents extrêmes affectent les villes en endommageant les systèmes de transport, les infrastructures de l'énergie, la végétation, les propriétés privées et la santé humaine.
- Les régions côtières sont particulièrement touchées par les tempêtes de vent et compte tenu de la concentration des milieux urbains dans ces zones. Cela augmente généralement l'exposition des villes européennes aux risques du vent.
- Les bâtiments construits dans les villes, telles que les immeubles de grande hauteur, modifient la circulation du vent et peuvent créer des souffleries où la vitesse du vent est très élevée, ce qui augmente le risque de dommages.
- Les tempêtes de vent et les cyclones les plus intenses produisent souvent des événements météorologiques à fort impact tels que des ondes de tempête, des glissements de terrain et des inondations, et ils peuvent également contribuer à la propagation rapide des incendies de forêt.

Tendances futures

Deux facteurs doivent être considérés dans le contexte du changement global : a) la fréquence des vents forts, et b) leur intensité mesurée en termes de vitesse du vent.

La fréquence des événements Bora hivernaux devrait augmenter, tandis que la fréquence des événements Sirocco devrait diminuer. A l'inverse, la vitesse moyenne du vent, lors des événements Bora et Sirocco, devrait diminuer, sauf pour Bora dans le nord de l'Adriatique.

Facteurs d'impact climatique connexes

■ Fortes précipitations

■ Feux de forêt

■ Inondation côtière



Impacts sur la Mobilité Urbaine

	Utilisateurs	Véhicules	Infrastructure	Fonctionnement
Transports en commun	●●●	●●●	●●●	●●●
Mobilité active	●●●	●●	●	●●●
Transport privé	—	●●●	●●	●●

● Bas ●● Moyen ●●● Élevé

- **Interruption des services de transport en commun et gêne pour la circulation** : les tempêtes de vent peuvent endommager les infrastructures routières et ferroviaires, provoquant des perturbations de service et des gênes à la circulation si les vents laissent des arbres ou d'autres débris de tempête sur les voies ferrées. De fortes rafales de vent peuvent également provoquer le renversement des camions, affectant la circulation en ville. Cela peut se traduire par une consommation de carburant plus importante en cas de déviation de l'itinéraire, avec une augmentation des externalités négatives liées à la pollution.
- **Domages aux systèmes d'électrification de la ville** : les dommages aux équipements électriques et les pannes de courant peuvent perturber le service, les arrêts de tramway, les tramways eux-mêmes et les dépôt.
- Les infrastructures telles que **les ponts et les viaducs peuvent être endommagées** par la pression du vent et la chute de débris. Une vitesse de vent élevée peut entraîner la fermeture de ponts et de viaducs à la circulation pour certains types de véhicules, comme les poids lourds.
- Les événements venteux peuvent entraîner des **difficultés de navigation et des interruptions de service** : les difficultés d'accostage des navires et l'impossibilité d'utiliser les grues peuvent entraîner des embouteillages dans les ports et les zones voisines et des retards de navigation ; les vents forts peuvent également limiter la navigation des ferries, des navires de croisière ou d'autres navires de tourisme, créant des inconvénients pour les **citoyens (par exemple, les navetteurs)** et les touristes.
- Empêcher la mobilité active : marcher et faire du vélo devient plus fatigant et dangereux en raison du risque de chute directe ou d'être heurté par des débris volants.

Mesures d'Adaptation Possibles

Au niveau local

SOUHAITABLE

► Améliorer les mesures de prévention

La précision des prévisions météorologiques et des systèmes d'alerte précoce devrait être améliorée, renforçant ainsi l'intervention d'urgence. Cela conduira à une meilleure préparation et potentiellement moins de dommages.

► Prendre soin de la nature en ville et l'adapter aux événements atmosphériques

Les arbres urbains doivent être contrôlés régulièrement et les parties dangereuses malades ou mortes doivent être enlevées.

Végétation vulnérable, comme les grands conifères à proximité des bâtiments et d'autres actifs devraient être remplacés par des essences plus résistantes au vent (par exemple, des feuillus). Cela pourrait éviter des dommages aux personnes ou des dommages aux bâtiments et aux infrastructures causés par la chute de branches ou d'arbres entiers.

Vents Extrêmes

SOUHAITABLE

▶ **Construire des brise-vent et des abris stratégiques**

Les infrastructures de mobilité négativement affectées par les vents forts doivent être protégées par des brise-vent qui permettent leur utilisation même pendant les tempêtes. Les brise-vent peuvent être des structures artificielles ou faites de végétation.

Des abris devraient être construits pour offrir une protection en cas de vents extrêmes aux usagers à mobilité active lors de leurs déplacements et aux usagers des transports publics en attente.

Aux niveaux régional et national

OBLIGATOIRE

⚠ **Adapter les normes de conception technique des infrastructures**

Il faut évaluer si les normes de conception actuelles peuvent résister à des tempêtes de vent plus fréquentes et plus intenses. Si ce n'est pas le cas, la réglementation technique de conception des nouvelles infrastructures de mobilité telles que les ponts, les survols, les gares, les bâtiments, etc., devrait être adaptée à l'augmentation attendue de la vitesse du vent.

POSSIBLE

▶ **Protéger l'infrastructure électrique**

Le déplacement souterrain des infrastructures électriques peut éviter des coupures de courant prolongées qui peuvent entraîner des perturbations et des interruptions de service si la mobilité urbaine est principalement électrique (par exemple, les tramways, les lignes de métro, les infrastructures de recharge des véhicules).

Vents Extrêmes





Feux de forêt

Faits relatifs aux incendies de forêt

- Leur cause prédominante est l'activité humaine et les données suggèrent également qu'environ 60 % des incendies d'origine humaine en Europe sont délibérés.
- Si l'étincelle peut provenir d'une activité humaine, le climat et la météo influencent fortement l'apparition et la propagation des feux de forêt. Les sécheresses et les vagues de chaleur peuvent induire un déclin de l'activité végétale et une forte propagation des feux de forêt, et la vitesse élevée du vent peut modifier le régime et les caractéristiques du feu, favorisant ainsi sa propagation.
- L'Espagne, le Portugal et la Turquie sont les pays où le danger lié aux incendies, actuel et prévu, est le plus élevé. La Grèce, certaines parties du centre et du sud de l'Italie (y compris les îles de Sicile et de Sardaigne), la France méditerranéenne et la région côtière des Balkans présentent également une vulnérabilité croissante à ce risque.
- Les incendies de forêt sont un danger qui constitue une source importante d'émissions de gaz à effet de serre.

Tendances futures

Le changement climatique devrait accroître le risque d'incendie de forêt dans la région, en raison de l'incidence accrue des sécheresses et de la réduction de l'humidité du sol.

Malgré l'augmentation des risques d'incendie, les feux de forêt diminuent généralement dans la partie européenne du bassin, grâce aux efforts déployés pour améliorer l'extinction des incendies, la gestion des risques d'incendie et la prévention.

Facteurs d'impact climatique connexes

■ Vent extrême



Impacts sur la Mobilité Urbaine

	Utilisateurs	Véhicules	Infrastructure	Fonctionnement
Transports en commun	●●●	●●●	●●●	●●●
Mobilité active	●●●	●●●	●	●●●
Transport privé	●●	●●●	●●	●●●

● Bas ●● Moyen ●●● Élevé

- Possibilité d'**interruptions temporaires ou prolongées des systèmes de transport** pour des raisons de sécurité, de visibilité réduite ou de dommages.
- **Réduction** des possibilités de marche et des autres **modes de mobilité active** en raison de la fumée. L'augmentation des polluants atmosphériques (par exemple, les particules, les dioxines, etc.) a un impact négatif sur la santé cardiovasculaire et pulmonaire et augmente le risque de cancer.

Mesures d'Adaptation Possibles

Aux niveaux local, régional et national

OBLIGATOIRE

- ⚠ **Planifier les aménagements urbains et de mobilité en tenant compte du risque d'incendie**
Évitez les nouveaux aménagements dans les zones urbaines et les infrastructures de mobilité dans la zone à haut risque d'incendie. Créer une zone coupe-feu entre la nature et les zones urbaines ou les infrastructures de mobilité et mettre en œuvre des modifications du sol et de la végétation pour augmenter la résilience au feu.
- ⚠ **Gestion des incendies et plan d'urgence**
Gérer les zones naturelles entourant l'environnement bâti et les infrastructures de mobilité, en contrôlant la quantité de "combustible" (c'est-à-dire l'herbe, les feuilles mortes, les brindilles, l'écorce et les autres végétaux vivants qui peuvent brûler) dans les bois afin de prévenir l'apparition de feux de forêt. En ce qui concerne la gestion des urgences, élaborer des plans d'évacuation pour éviter les pertes de vies humaines.

SOUHAITABLE

- ▶ **Assurer la redondance du système de mobilité**
Envisagez un large éventail de solutions de mobilité pour créer une redondance et fournir des options de transport alternatif temporaires afin d'éviter d'éventuelles perturbations du système de transport pendant un incendie de forêt.

Au niveau national et européen

SOUHAITABLE

- ▶ **Investir dans la communication**
Étant donné que la plupart des incendies de forêt se déclenchent à cause de l'activité humaine, la sensibilisation est une mesure cruciale pour promouvoir des comportements responsables en matière de prévention des incendies (réduisant ainsi le risque d'incendies de forêt) et de réaction appropriée en cas d'urgence.





Vagues de chaleur

“Ça pourrait être l'été le plus frais du reste de ta vie.
Il faut t'y habituer” - juin 2022

Faits relatifs aux vagues de chaleur

- Les vagues de chaleur sont des périodes prolongées (plus de trois jours) de temps anormalement chaud.

Une vague de chaleur n'a pas de valeurs de température de référence absolues ; elle se produit lorsque les températures maximales quotidiennes dans une zone spécifique sont supérieures au modèle climatique standard du passé, avec des températures moyennes estivales en augmentation, les valeurs seuils définissant les vagues de chaleur subissant également une tendance à la hausse.

Les vagues de chaleur exacerbent l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU), amplifiant les températures dans l'environnement bâti et entraînant une détérioration de la qualité de l'air en raison de la création d'ozone qui a un impact négatif sur la santé humaine.

Tendances futures

Les vagues de chaleur devraient augmenter en intensité et en durée d'ici la fin du siècle.

Les températures atteintes pendant les vagues de chaleur exceptionnellement intenses observées au début du siècle pourraient devenir les températures estivales normales d'ici la fin de cette période.

Facteurs d'impact climatique connexes

- Feux de forêt



Impacts sur la Mobilité Urbaine

	Utilisateurs	Véhicules	Infrastructure	Fonctionnement
Transports en commun	●●●	●●	●●●	●●●
Mobilité active	●●●	●●●	●●	
Transport privé	●	●●	●●	

● Bas ●● Moyen ●●● Élevé

Les impacts des canicules touchent presque tous les aspects de la mobilité urbaine, souvent interdépendants, avec des conséquences négatives directes sur les coûts des infrastructures et des véhicules et sur le comportement de mobilité des usagers et du personnel de travail des transports en commun.

■ Dommages aux infrastructures routières et ferroviaires

En raison des vagues de chaleur, les températures élevées endommagent les matériaux des infrastructures, tels que l'asphalte des routes, l'acier des chemins de fer, affectant également les joints de dilatation des ponts, altérant les propriétés physiques des matériaux utilisés dans la construction des infrastructures de transport. Parmi les risques potentiels pour les routes, on trouve la déformation de la chaussée, la fonte de l'asphalte ou la formation d'ornières, ce qui entraîne des conditions routières dangereuses et ralentit le système de transport.

La dilatation thermique exceptionnelle due aux vagues de chaleur se produit également sur les voies ferrées, produisant une flexion et un flambage des rails (appelés "sun kinks") qui contribuent à l'instabilité et aux déraillements. Les températures élevées peuvent également menacer le réseau de métro souterrain et les trains, lorsqu'ils ne sont pas suffisamment ventilés.

■ Détérioration accrue des véhicules de transport privé et public

Les revêtements routiers endommagés et soumis à des températures élevées peuvent accélérer le processus de détérioration et de consommation, rendant les conditions de voyage plus dangereuses, tout en entraînant des coûts plus élevés, tant pour la réparation de l'infrastructure, que pour l'entretien des véhicules publics et privés.

En outre, la chaleur peut mettre les moteurs à rude épreuve, notamment les moteurs diesel, et provoquer une surchauffe et la détérioration d'autres équipements.

■ Les personnes (passagers et opérateurs de services de transport en commun, travailleurs des infrastructures et utilisateurs de la mobilité active)

Les températures élevées atteintes pendant les vagues de chaleur réduisent en outre le confort thermique et la qualité de l'air intérieur, qui constituent souvent un défi pour les passagers et les conducteurs déjà dans des conditions normales, en raison du confinement de l'espace clos, de la mauvaise qualité de l'air intérieur, de la chaleur générée par les moteurs des trains, des fenêtres non protégées, et de la densité de corps humains. En outre, le stress thermique subi par les passagers lorsqu'ils attendent dans des stations de transit non abritées, en particulier aux heures de pointe, peut être grave.

De même, le personnel d'entretien et de construction des infrastructures peut ressentir une fatigue intense lorsqu'il travaille de longues heures par temps chaud, surtout en cas de canicule.

Les personnes qui se déplacent à pied ou à vélo peuvent ressentir un stress thermique intense et connaître des problèmes de santé. Ils peuvent décider de se tourner vers les transports en commun ou, dans le pire des cas, d'éviter tout déplacement s'ils n'ont pas les moyens d'acheter un véhicule particulier.

Mesures d'Adaptation Possibles

Au niveau local

OBLIGATOIRE

⚠️ Adopter un design adapté au climat pour les arrêts de transports en commun

Planter des arbres ou prévoir d'autres abris ainsi que des sièges de repos pour les personnes vulnérables aux arrêts des transports publics. Si l'humidité relative n'est pas élevée, installer dans les salles d'attente des systèmes de brumisation qui seront activés en cas de vague de chaleur. Veiller à ce que les stations et les tunnels de transit souterrains soient ventilés et frais.

⚠️ Protéger les personnes

Créer des zones d'ombre sur les principaux itinéraires de promenade et de cyclisme ainsi que des aires de repos avec des sièges, des zones d'ombre et des fontaines d'eau pour les personnes vulnérables.

Gérer les horaires de travail des agents d'entretien pour éviter l'exposition à la chaleur extrême.

SOUHAITABLE

▶ Créer et appliquer un design adapté au climat pour les véhicules de transports en commun

Utiliser des systèmes de ventilation à faible consommation d'énergie dans les bus et les métros, peindre les bus en blanc et installer des vitres teintées pour faire de l'ombre. Installer également des thermomètres à l'intérieur des bus et des trains pour que les conducteurs puissent surveiller la température.

Réorienter les bus pour réduire l'exposition des passagers à la chaleur (les ajustements opérationnels coûtent souvent moins cher que les interventions sur les infrastructures). Offrir des services de transport à la demande (TAD) pour les personnes vulnérables (surtout en dehors du centre-ville où la fréquence des services de transports en commun est plus faible).

▶ Adapter les zones urbaines

Éviter la surchauffe en augmentant le nombre d'espaces verts et en modifiant l'albédo en choisissant des couleurs claires pour les trottoirs et les bâtiments.

Réduire les émissions urbaines de particules en optant pour des systèmes de chauffage ayant un impact moindre.

Installer des systèmes d'alerte sur les voies pour détecter la déformation des rails.

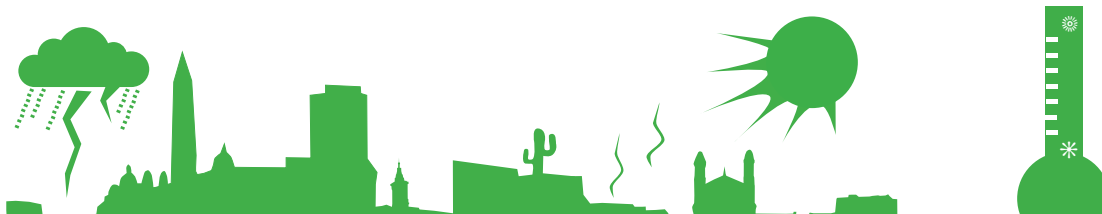
Améliorer la construction des routes avec des matériaux de revêtement plus durables (liants bitumineux résistant à la chaleur et asphalte plus résistant aux ornières) et améliorer la conception des joints de dilatation des ponts pour qu'ils résistent aux températures élevées.

Fixer des limites de vitesse et de poids des véhicules sur les tronçons d'infrastructure routière à risque pendant les vagues de chaleur.

POSSIBLE

▶ Éduquer le public

Lancer une campagne de sensibilisation aux dangers des températures extrêmes et fournir des recommandations précieuses aux usagers de la mobilité active et des transports en commun (par exemple, s'hydrater, utiliser une casquette, choisir des vêtements légers et aérés, se déplacer lorsqu'il fait plus frais, éviter les déplacements inutiles, éviter ou réduire la consommation de sucre et de sel qui peuvent aggraver la soif, etc.)



Au niveau régional et national

OBLIGATOIRE

⚠ Soutien aux collectivités locales

Soutenir les collectivités locales, dans la co-planification des espaces verts et bâtis en mettant en œuvre des stratégies d'urbanisation en faveur de la ventilation naturelle dans les rues.

SOUHAITABLE

▶ Nouvelles normes pour les stations de transport en commun

Concevoir de nouvelles normes pour les stations de transports en commun afin d'éviter les chaleurs extrêmes à l'intérieur, en appliquant des solutions efficaces sur le plan énergétique.

▶ Protéger les personnes

Les pistes cyclables extra-urbaines doivent être ombragées et des aires de repos avec des fontaines d'eau doivent être mises à disposition.

Au niveau européen

SOUHAITABLE

▶ Nouvelles normes pour les véhicules

De nouvelles normes devraient être fixées pour les véhicules afin de réduire la chaleur d'échappement qui contribue à la surchauffe des zones urbaines et renforce les effets des îlots de chaleur urbains.

De nouvelles normes devraient également être fixées pour les véhicules de transports en commun afin d'assurer le confort des passagers même en cas de chaleur extrême, grâce à des couleurs claires, des fenêtres protégées, des systèmes de ventilation et de climatisation.

Vagues de chaleur

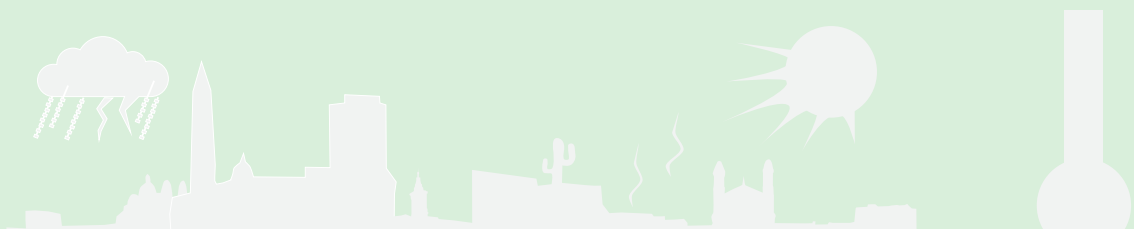


Bibliographie

- [GIEC, Changement climatique 2021 : The Physical Science Basis. Contribution du groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du GIEC, 2021.](#)
- [MedECC, Changement climatique et environnemental dans le bassin méditerranéen. Situation actuelle et risques pour l'avenir. Premier rapport d'évaluation pour la Méditerranée, 2020.](#)
- [PNUE/PAM et Plan Bleu, État de l'environnement et du développement en Méditerranée, 2020.](#)
- [P. Bertoldi, Guide "Comment développer un plan d'action pour l'énergie durable et le climat \(SECAP\). Partie 2 - Inventaire des émissions de référence \(BEI\) et évaluation des risques et des vulnérabilités \(RVA\), 2018.](#)
- [D. Black, N. Pyatt, Adapting Urban Transport to Climate Change. Module 5f. Transport durable : A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities. 2nd Edition, 2021.](#)
- [MIMS, Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità. Soluzioni e strategie per gli investimenti infrastrutturali in un contesto di adattamento ai cambiamenti climatici e di mitigazione delle emissioni di gas-serra. Rapporto della "Commissione cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità sostenibili", 2022.](#)
- [POLIS, et Rupprecht Consult - Forschung & Beratung GmbH, Guide des thèmes : Planifier une mobilité urbaine plus résiliente et plus robuste, 2021.](#)
- [PNUE, Beating the Heat : Un manuel de refroidissement durable pour les villes, 2021.](#)
- [Raymond C., Matthews T., Horton R.M. L'apparition d'une chaleur et d'une humidité trop importantes pour être tolérées par l'homme. Avancées scientifiques, 2020.](#)
- [W. Cramer, J. Guiot, M. Fader, J. Garrabou, J-P. Gattuso, A. Iglesias, M.A. Lange, P. Lionello, M.C. Llasat, S. Paz, J. Peñuelas, M. Snoussi, A. Toreti, M.N. Tsimplis, & E. Xoplaki, Changement climatique et risques interconnectés pour le développement durable en Méditerranée, 2018.](#)
- [S. Somot, L. Houpert, F. Sevault et al, Caractériser, modéliser et comprendre la variabilité climatique de la formation des eaux profondes en Méditerranée nord-occidentale, 2018.](#)
- [G. Jordà, D. Gomis, F. Adloff, Vulnérabilité des mers marginales à l'élévation du niveau de la mer : Le cas de la mer Méditerranée, 2020.](#)
- [P. Bertoldi, Guide "Comment développer un plan d'action pour l'énergie durable et le climat \(SECAP\)". Partie 3 - Politiques, actions clés, bonnes pratiques pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique et financement SECAP\(s\), 2018.](#)
- [AEE, Nature-based solutions in Europe : policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction. Rapport n° 01/2021.](#)

Références Externes

- [Atlas interactif du GIEC](#)
- [Les impacts du changement climatique à 1,5C, 2C et au-delà](#)



Interreg
Mediterranean



URBAN
TRANSPORTS



Crédits:

illustrations par Elena Chiesa
Mise en page de la Note d'orientation #4
par UNIMED - Union des Universités de la
Méditerranée

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International (CC BY-NC-SA 4.0)



Project co-financed by the European
Regional Development Fund
<https://urban-transport.interreg-med.eu>

