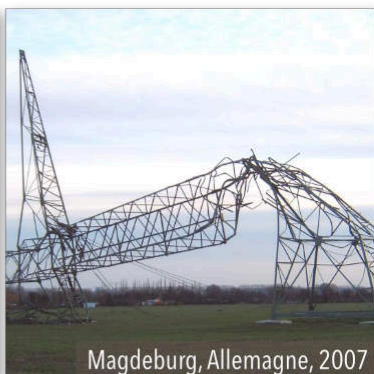




Dresde, Allemagne, 2002



Magdeburg, Allemagne, 2007

Photo retirée suite à une plainte de l'entreprise « Picrights », mandatée par l'AFP pour percevoir des droits d'utilisation (supérieurs à 300€) alors que nous avons obtenu l'image de [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magdeburg_Cableway.jpg), sur laquelle un utilisateur l'a indiquée comme libre droits. Cette attribution étant potentiellement erronée, mais faite de bonne foi, nous nous en excusons.

Draguignan, France, 2010



Santarem, Portugal, 2017



Glacier de Briksdal, Norvège, 2019



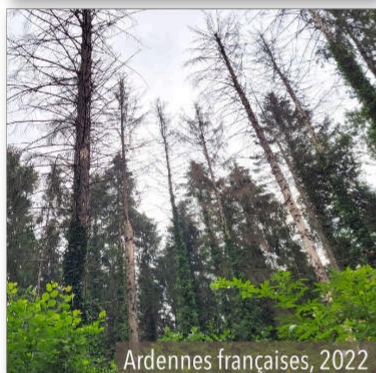
Liège (Angleur), Belgique, 2021

Impacts et adaptation en Europe et en Afrique

Inondations, vagues de chaleur, sécheresses et incendies : les événements météorologiques et climatiques ont déjà de graves conséquences pour les écosystèmes et pour les humains. Ces situations sont appelées à devenir plus fréquentes dans un monde plus chaud. Il est maintenant évident que nos régions sont touchées, mais d'autres parties du monde, particulièrement les plus chaudes, sont encore plus affectées. Quelles sont les mesures d'adaptation potentielles et leurs limites ?

Cette Lettre présente d'abord le chapitre dédié aux impacts et à l'adaptation en Europe dans le 6^e rapport d'évaluation du GIEC, d'une manière que nous espérons accessible. Les articles suivants abordent plus spécifiquement les conséquences pour la biodiversité et en particulier pour les forêts. Nous présentons également un aperçu du chapitre consacré à l'Afrique, où beaucoup de régions sont très vulnérables.

Bruna Gaino, Pénélope Lamarque, Philippe Marbaix, Alain Tondeur et Jean-Pascal van Ypersele.



Ardennes françaises, 2022



Tellin (Bure), Belgique, 2022



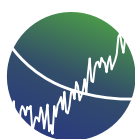
La Wamme, Jemelle, Belgique, 2022

Sommaire

Impacts en Europe.....	2
Efficacité et faisabilité des options d'adaptation	6
Biodiversité : quand le climat ne convient plus aux espèces....	8
Une météo qui favorise les feux de forêt.....	12
En Afrique, des risques et impacts élevés	16
Agenda	19



Kenya, 2006



PwG
Plateforme wallonne pour le GIEC



Sud de l'Éthiopie, 2011



Barrage/lac de Theewaterskloof, Afrique du Sud, 2018

> Impacts en Europe

Rédaction : Philippe Marbaix, Pénélope Lamarque, Bruna Gaino et Alain Tondeur ont également pris part au cadrage général de ce numéro et à la relecture de cet article.

De plus en plus d'effets des changements climatiques

Le GIEC confirme que depuis son 5^e rapport d'évaluation, publié en 2014, on a constaté une augmentation substantielle des impacts des changements climatiques sur les systèmes humains et naturels [1]. Les dégâts et les pertes associés ont affecté les personnes, les écosystèmes, les systèmes alimentaires, les infrastructures, l'eau, la santé publique, l'énergie et l'économie [2].

Une répartition inégale entre régions et groupes sociaux

Les régions du sud de l'Europe tendent à être les plus négativement affectées. À l'inverse, dans les régions du Nord et du centre du continent, et en plus des impacts négatifs, on a aussi observé des changements bénéfiques (les subdivisions géographiques considérées par le GIEC sont présentées à la figure 1). La poursuite du réchauffement contribuera à creuser davantage ces inégalités à l'intérieur de l'Europe [3]. Le sud du continent sera particulièrement touché par la hausse des besoins de refroidissement des bâtiments, la hausse de la demande d'eau alors que celle-ci deviendra plus rare, et les pertes de rendement agricoles. Au nord de l'Europe, les impacts continueront d'être une combinaison de changements favorables et défavorables, avec notamment une augmentation de certains rendements agricoles et une réduction des besoins en énergie pour le chauffage [4]. Cependant, les effets négatifs sont nettement dominants, et le réchauffement a parfois des impacts auxquels on ne pense pas immédiatement : le GIEC cite en particulier les menaces sur les modes de vie traditionnels, avec l'exemple de l'élevage de troupeaux de rennes au nord de la Suède [5].

Le rapport rappelle que les ménages les moins favorisés sont plus affectés, car leur capacité d'adaptation est réduite, et aussi parce qu'ils disposent de moins de moyens pour se rétablir après avoir subi des impacts.

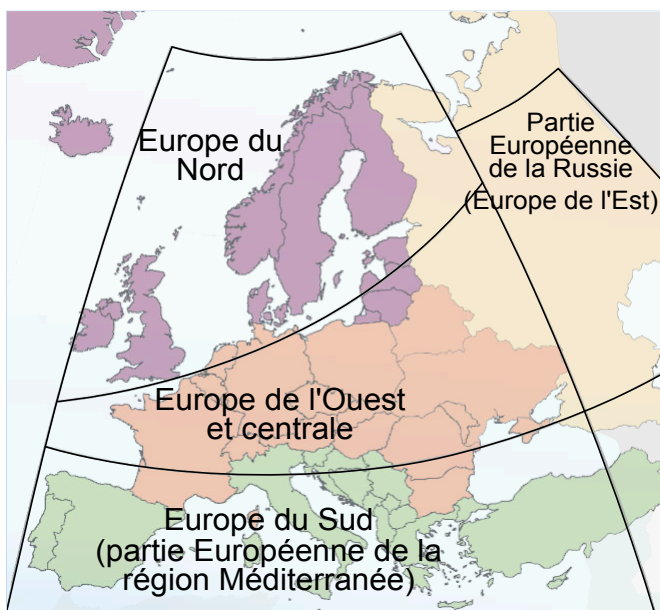


Figure 1 : Subdivisions géographiques utilisées dans le chapitre consacré à l'Europe. Les lignes représentent les zones utilisées dans le rapport du GT1, pour les données climatiques. Les couleurs indiquent les pays repris dans chaque région. Le rapport définit aussi des zones maritimes, non reprises ici.

En bref

- De plus en plus d'impacts sont observés en Europe.
- Le sud du continent est particulièrement affecté, ce qui contribue à accroître les inégalités dans les régions concernées et entre les régions d'Europe.
- Les changements climatiques contribuent simultanément à un manque d'eau dans certaines régions, surtout au sud de l'Europe et à aggraver les risques associés aux inondations.
- Les risques deviennent généralement plus graves à partir de 2°C de réchauffement global au dessus du niveau pré-industriel.
- Au delà du 21^e siècle, les risques pour les infrastructures côtières sont élevés à très élevés même si le réchauffement reste entre 1,5 et 2°C.
- Les scénarios à niveau d'adaptation élevé correspondent à un contexte socio-économique favorable, avec moins d'inégalités.
- Le manque d'eau touche un ensemble de secteurs, dont l'agriculture. Cela rend l'adaptation plus difficile, implique des compromis, et pour certaines mesures, des coûts élevés.
- Vers 3°C de réchauffement global, l'adaptation montrerait ses limites : beaucoup de risques resteraient élevés même si les mesures d'adaptation disponibles sont bien mises en œuvre.

[1] Le GIEC parle de changements détectables et attribuables aux changements climatiques, c'est à dire des événements dont on peut affirmer qu'ils ne sont pas dus au hasard de fluctuations naturelles (c'est la détection) et qu'ils sont causés ou aggravés par les changements climatiques (eux-mêmes principalement causés par les activités humaines - voir Lettre n°23). Pour des exemples concrets, voir notamment la figure 13.27. Pour les impacts et l'adaptation en Wallonie, voir la synthèse présentée en bas de la page 19 de cette Lettre.

[2] La principale source d'information est le résumé exécutif du chapitre 13 (placé au début du chapitre), ainsi que la section 13.10.2 (consacrée spécifiquement à l'évaluation des risques clés).

[3] Rappelons que le réchauffement global ne peut être stoppé immédiatement, principalement parce que cela requiert de réduire les émissions mondiales nettes de CO₂ à zéro.

[4] La question fréquente (FAQ) 13.4 résume les opportunités associées aux changements climatiques pour certains systèmes et certaines régions.

[5] Rappelons que le phénomène dit d'amplification polaire a pour conséquence que ces régions se réchauffent particulièrement vite, ce qui perturbe notamment les cycles gel/dégel. L'encadré 13.2 est consacré à ces élevages.

[Note générale] Sauf mention contraire, les informations fournies dans cette Lettre se fondent sur le 6^e rapport d'évaluation du GIEC (AR6), disponible sur ipcc.ch/ar6. Ce texte représente notre compréhension de chapitres du rapport, de manière synthétique et sans prétention à l'exhaustivité.

Dans cet article, toutes les références à des sections ou des figures qui commencent par "13." se rapportent au chapitre 13 (Europe) de l'AR6.

Les chapitres ne sont jamais traduits par le GIEC, mais le résumé pour les décideurs et le résumé technique seront traduits (le résumé technique reprend les principales conclusions de chaque chapitre et est uniquement rédigé par les scientifiques, contrairement au résumé pour les décideurs, dont la formulation est discutée en séance plénière; les traductions ne sont pas encore disponibles).

Les risques clés

Les « risques clés » sont ceux dont le GIEC estime qu'ils peuvent devenir graves, ou le sont déjà. Pour l'Europe, les auteurs ont retenu :

- les effets principalement liés à la chaleur sur les humains et sur les écosystèmes ;
- les pertes de production agricole ;
- le manque d'eau (surtout au sud du continent) ;
- les inondations.

Le rapport estime que ces risques deviennent plus graves à partir de 2°C de réchauffement global moyen par rapport au niveau préindustriel [6] ; à partir de 3°C, beaucoup de risques sont considérés comme graves même dans le cas où un haut niveau d'adaptation serait atteint.

Stress thermique, morbidité et mortalité humaine

Le premier « risque clé » regroupe les impacts liés à la chaleur, c'est-à-dire l'augmentation des températures moyennes et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des périodes de chaleur extrême [7]. Des effets sur la santé humaine, dont l'augmentation de la mortalité lors des vagues de chaleur, sont déjà observés depuis de nombreuses années. On se souvient de la vague de chaleur de 2003, qui avait surpris par l'ampleur de ses impacts. La chaleur extrême a de nouveau gravement affecté la santé dans différentes parties de l'Europe notamment en 2010, 2018 et 2019 [8]. Le GIEC estime que le risque deviendra élevé au-delà de 1,5°C, ce qui correspond à un doublement voire un triplement de l'ampleur de conséquences telles que la mortalité, la morbidité, le stress thermique ou l'inconfort thermique [9]. Le risque élevé correspond à une augmentation de la fréquence du dépassement de seuils de température critiques pour la santé. La figure 2 synthétise l'évaluation du risque en fonction du réchauffement.

Le rapport affirme aussi que les mesures d'adaptation à la chaleur peuvent réduire les risques de façon substantielle, dans les scénarios où le contexte socio-économique évolue de manière favorable à l'adaptation. La deuxième colonne de la figure 2 illustre la réduction du risque par l'adaptation : le niveau de risque ne devient élevé qu'autour d'un réchauffement de 3°C [10]. Les moyens sont le conditionnement d'air, des interventions sur les bâtiments (pour réduire leur échauffement) et sur l'aménagement du territoire, l'adaptation des comportements (notamment se protéger de la chaleur)... Nous abordons la faisabilité de ces mesures dans l'article suivant.

Perturbations des écosystèmes terrestres et marins liées à la chaleur

Les changements climatiques réduisent les étendues géographiques où le climat convient aux espèces actuellement présentes. En parallèle, la combinaison d'espèces présentes en un lieu change en raison des migrations d'espèces vers un climat qui leur est plus favorable (dans les régions plus froides). Le GIEC estime que les changements climatiques perturberont gravement les écosystèmes européens à partir d'un réchauffement d'environ 2°C (figure 2, colonnes de droite). Des mesures d'adaptation telles que le maintien et la restauration d'habitats peuvent, dans une certaine mesure, réduire ces impacts. Ces risques et le potentiel d'adaptation sont exposés dans les articles suivants relatifs à la biodiversité et aux forêts.

Les arbres urbains réduisent les pics de température par l'effet d'ombrage et grâce à l'évaporation d'eau au niveau des feuilles. L'efficacité dépend cependant de l'ampleur de la couverture par les arbres et de la taille des feuilles. Voir notamment l'AR6 chapitre 6, section 6.3.4.1. Photo PwG (PM).

[6] Dans cette Lettre, sauf mention contraire, les niveaux de réchauffement se rapportent à la moyenne globale de la température en surface au-dessus du niveau pré-industriel. Le réchauffement sur les continents est supérieur à la moyenne globale, y compris en Europe.

[7] Ce texte s'appuie essentiellement sur la section 13.10.2.1.

[8] Section 13.7.1.1.

[9] Par rapport au risque autour de 1,5°C, jugé modéré. Notre compréhension des sources citées suggère cependant que l'augmentation des risques est également importante entre le niveau actuel et 1,5°C (voir en particulier Naumann G., et al. 2020 : *Global warming and human impacts of heat and cold extremes in the EU*, EU Publications Office, data.europa.eu/doi/10.2760/47878).

[10] Le rapport fait référence au scénario "SSP1", axé sur le développement durable, avec moins d'inégalités (voir Lettre 23, question 6, page 12, en particulier le premier graphique).

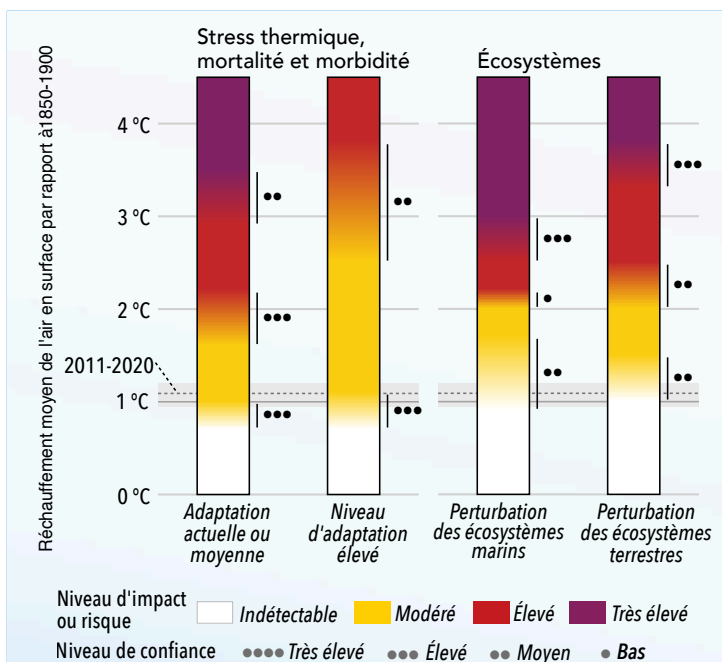


Figure 2 : Augmentation du risque en fonction du réchauffement pour l'impact de la chaleur sur la santé humaine et sur les écosystèmes. Ce type de diagramme est surnommé "braises ardentes" en référence à l'échelle de couleurs. Le niveau de **risque modéré** implique que des impacts sont attribuables au réchauffement, le niveau de **risque élevé** signifie que les risques sont graves et répandus, le niveau de **risque très élevé** signifie notamment que certaines limites à l'adaptation sont atteintes et que les impacts ont un caractère persistant. Le niveau d'adaptation dépend du scénario d'évolution socio-économique considéré.

Source et informations complémentaires : les figures 1 à 4 de cet article ont été reproduites et traduites par la PwG d'après les informations supplémentaires jointes au chapitre 13. Pour cette figure, la version officielle du GIEC est constituée par les figures 13.29 et 13.30 du rapport.



Pertes de production agricole dues à la combinaison de chaleur et de sécheresse et aux événements extrêmes

Les changements climatiques vont augmenter la probabilité d'événements de forte chaleur et de sécheresse extrême simultanées en Europe (sauf au nord du continent), avec des pertes de récoltes et une réduction de la qualité des pâturages. Des pertes agricoles ont déjà été observées notamment en Europe centrale et de l'Ouest et en Russie. En l'absence d'une forte augmentation du niveau d'adaptation, les impacts négatifs se concentrent cependant surtout sur le sud du continent, au moins jusqu'à un réchauffement global de 2,5°C. Les risques commencent à devenir élevés pour l'ensemble de l'Europe vers les 2,7°C de réchauffement, car les conditions climatiques dangereuses deviendraient plus fréquentes et affecteraient une plus grande partie du continent (figure 3). Les zones agricoles vont se déplacer avec le réchauffement, avec des pertes de rendement net sur l'ensemble du continent qui peuvent par

exemple atteindre 50 % pour le maïs, pour un réchauffement de 3°C [11].

Les solutions d'adaptation incluent les changements de périodes de semis et récolte, l'accroissement de l'irrigation, l'utilisation de variétés plus tolérantes à la chaleur et à la sécheresse, la combinaison culture/élevage, la diversification, l'agroécologie et l'agroforesterie. L'irrigation réduit simultanément les risques liés au manque d'eau et à la chaleur, mais elle se heurte évidemment à la nécessité de partager une eau potentiellement plus rare entre différentes utilisations. L'agriculture est actuellement l'utilisateur principal de l'eau dans beaucoup de régions d'Europe. Là où l'irrigation est limitée par la quantité d'eau disponible, les autres mesures d'adaptation ne seront pas toujours suffisantes, particulièrement à partir de 3°C [12]. Dans ces conditions, on projette que des terres agricoles seraient abandonnées.

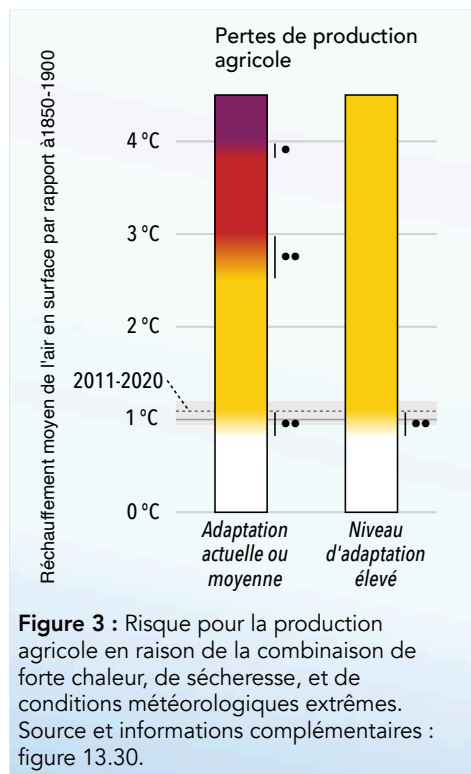


Figure 3 : Risque pour la production agricole en raison de la combinaison de forte chaleur, de sécheresse, et de conditions météorologiques extrêmes. Source et informations complémentaires : figure 13.30.

[11] Section 13.10.2.2 et résumé exécutif du chapitre 13.

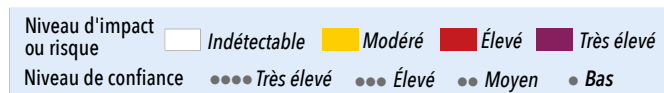
[12] Cette évaluation contraste avec le graphique présenté à la figure 3, où la colonne "adaptation élevée" donne l'impression que l'adaptation reste efficace jusqu'à plus de 4°C. Cela pourrait être lié au choix de regrouper les risques pour l'ensemble du continent : la définition du "risque élevé" implique que les risques soient simultanément graves et répandus sur la zone considérée, ce qui pourrait masquer l'impact plus sévère au sud du continent. Cela nous surprend cependant un peu, car la figure 4 indique un risque élevé de pénurie d'eau même en Europe centrale et de l'Ouest. Par ailleurs, la section relative à l'eau (13.10.2.3) reprend l'abandon de terres agricoles parmi les moyens d'"adaptation transformationnelle", ce qui nous pose question : est-ce de l'adaptation ou simplement une perte de ressources ?

[13] En Europe du Nord, une augmentation de l'extraction d'eaux souterraines est tout de même projetée, avec des conséquences négatives sur les flux d'eau naturels (section 13.2.1.2.2).

[14] Section 13.2.1.2.2 et résumé exécutif du chapitre 13.

[15] Section 13.10.2.3.

[16] Sections 13.2.2.2 et 13.10.2.3, et figure 13.31(b); voir aussi la Lettre n°20 et l'article suivant dans cette Lettre (faisabilité de l'adaptation).



Risques associés à la pénurie d'eau

La pénurie d'eau menace particulièrement l'Europe du Sud, et dans une moindre dans l'Europe centrale et de l'Ouest. Au nord de l'Europe, la disponibilité d'eau a globalement tendance à augmenter [13]. Pour le sud du continent, on estime qu'à 1,5°C de réchauffement global, 18 % de la population sera exposée à un risque au moins modéré de manque d'eau ; à 2°C, c'est 54 % de la population qui serait exposée, avec des sécheresses plus fréquentes. À 3°C, le manque d'eau deviendrait encore plus grave et répandu, avec des pertes économiques importantes. Cette augmentation du risque est reflétée dans la figure 4.

En Europe centrale et de l'Ouest, un risque modéré de pénurie d'eau commence à apparaître ; à 2°C de réchauffement global, ce risque toucherait 16 % de la population [14].

Les pénuries d'eau affectent plusieurs secteurs, potentiellement avec un effet de propagation du risque en cascade : agriculture et élevage, énergie hydraulique (surtout au-dessus de 3°C), refroidissement des centrales électriques thermiques (y compris nucléaires), industrie (p. ex. la navigation fluviale). L'extraction d'eau souterraine à grande échelle aura des impacts sur l'état des rivières et des écosystèmes associés [15].

Des solutions d'adaptation peuvent viser la réduction de la demande d'eau (économies d'eau, mesures de gestion, tarification...) et l'augmentation de l'offre (stockage dans des réservoirs, transfert d'une région à une autre, réutilisation, désalinisation...). Ces mesures sont parfois coûteuses, et certaines ont des effets négatifs sur l'environnement. Au sud de l'Europe, un réchauffement supérieur à 2,5°C demanderait de « l'adaptation transformationnelle », telle que le déplacement d'industries, l'abandon de terres agricoles, ou le développement de moyens de subsistance alternatifs [16].

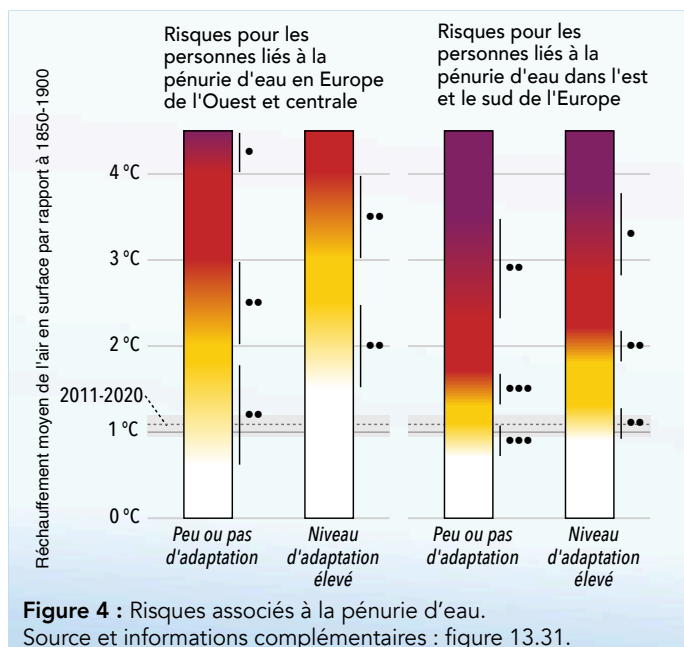


Figure 4 : Risques associés à la pénurie d'eau. Source et informations complémentaires : figure 13.31.

Risques dus aux inondations à l'intérieur des terres et sur les côtes

L'Europe est l'une des régions du monde où l'accroissement du risque d'inondations par les cours d'eau apparaît particulièrement important. Une partie de l'augmentation de ce risque est attribuée aux changements climatiques, mais le GIEC rappelle que l'évolution est aussi influencée par l'aménagement du territoire et la manière dont les risques sont gérés. Cette tendance va se poursuivre, mais il n'y a pas consensus sur l'ampleur de l'augmentation future (figure 5). En l'absence d'adaptation, le coût des dommages et le nombre de personnes exposées pourraient au moins doubler si le réchauffement moyen dépasse [17] 3°C.

A l'intérieur des terres, l'adaptation est considérée comme efficace en dessous de 3°C – à condition qu'elle soit mise en œuvre à temps et que différents obstacles sociétaux, techniques et financiers soient levés. Les mesures possibles sont de type protection, accommodation (retenir ou rediriger l'eau dans des endroits prévus, tels que des zones naturelles inondables, empêcher l'eau d'atteindre l'intérieur des bâtiments ou les biens), et retrait/évitement (zones non constructibles, relocalisation) [18].

Les zones côtières ont déjà commencé à être touchées par la hausse du niveau des mers. L'augmentation de ce risque projetée pour le futur est très forte. En l'absence d'adaptation, le rapport indique un accroissement des dégâts d'au moins un facteur 20 si le réchauffement atteint la gamme de 1,5 à 2,1°C (figure 5, diagrammes de droite) [19]. L'adaptation (protection des zones de faible altitude, y compris par le rétablissement d'écosystèmes humides) peut réduire l'augmentation du risque à un facteur de l'ordre de 5 (pour 2°C). Cependant, la hausse du niveau des mers se poursuivra pendant des siècles [20], ce qui génère un risque grave pour les communautés côtières, leur patrimoine culturel et les infrastructures à longue durée de vie.

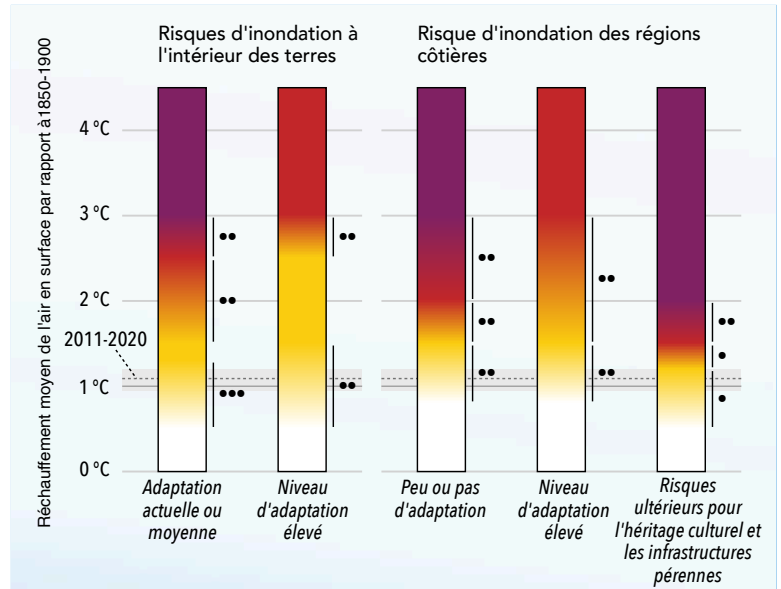


Figure 5 : Risques liés aux inondations, pour les personnes, l'économie et les infrastructures.

Source : figure 13.33. Les informations jointes au chapitre (page 13-SM47) comprennent également des explications et des références complémentaires relatives à l'évaluation présentée sur cette figure.

[17] Le GIEC mentionne un doublement en termes économiques et de nombres de personnes affectées (sans les termes 'au moins' - résumé exécutif du chapitre 13, page 1820), et aussi un risque multiplié par 6 (section 13.2.1.2.1). Notre impression, fondée sur la consultation de références citées par le GIEC, est qu'une augmentation au-delà du doublement est citée à au moins deux reprises, mais en ce qui concerne l'augmentation jusqu'à un facteur 6, elle s'explique en partie par la croissance économique estimée jusqu'en 2100 dans les scénarios en question, le facteur climatique étant approximativement la cause d'un triplement du risque. Selon notre compréhension, la période de référence (par rapport à laquelle l'accroissement futur est évalué), est le passé récent; dans au moins l'une des sources, il s'agit de la fin du 20^e siècle.

[18] Section 13.10.2.4 et Figure 13.31.

[19] Selon notre compréhension du rapport et du principal article cité (Vousdoukas et al. 2018, doi.org/10.1038/s41558-018-0260-4), le facteur 20 est principalement fondé sur une évaluation des dommages économiques entre 2010 et 2050. D'autres publications, qui abordent notamment le nombre de personnes soumises à un risque d'inondation, sont aussi prises en compte dans le chapitre et la figure associée.

[20] Cette hausse peut atteindre plusieurs mètres ; pour plus d'information, voir Lettre n°21, page 3 : plateforme-wallonne-giec.be/Lettre21.pdf

Zone d'immersion temporaire, Willemeau (Tournai). Deux zones de ce type fonctionnent comme « bassin d'orage » et répondent à la nécessité de réduire le risque d'inondation du village. L'ensemble, en particulier les zones inondées en permanence, est conçu pour contribuer également à la biodiversité. Nous reprenons cet exemple à titre illustratif : ces réalisations réduisent le risque d'inondation, mais nous n'avons pas connaissance de l'évolution de ce risque face aux changements climatiques, dans ce cas spécifique. Pour plus d'information : tinyurl.com/zit-wil. Photo PwG (PM).



> Efficacité et faisabilité des options d'adaptation

Rédaction : Alain Tondeur, avec l'appui des autres membres de la Plateforme

Le tableau ci-contre (figure 1) présente un ensemble de moyens d'adaptation répartis par types d'impact. Pour chaque « option d'adaptation », les auteurs ont évalué :

- L'efficacité (le risque d'impact est-il réduit ?).
- La faisabilité (l'absence de difficultés ou contraintes qui limitent la mise en œuvre), analysée selon 6 critères : économique, technologique, institutionnel, socioculturel, écologique et géophysique [1].
- Le niveau de confiance associé à cette analyse : dans quelle mesure dispose-t-on de preuves, et les experts ou sources d'informations sont-ils ou elles en accord ?

La taille des cercles indique le degré d'efficacité, de faisabilité, ou de confiance (un cercle plus grand correspond donc à une évaluation plus favorable).

Analyser la faisabilité de l'adaptation selon plusieurs critères

Il ressort du tableau que les choix d'adaptation ne peuvent se baser sur la seule efficacité des options. Tous les facteurs doivent être pris en compte pour comprendre le potentiel d'adaptation et éviter les maladaptations.

Dans le domaine de l'*alimentation*, les deux options les plus efficaces contre la sécheresse [2] sont l'irrigation d'une part, l'agroécologie et l'agroforesterie d'autre part. Le coût de la première est moindre, mais sa faisabilité écologique et sa faisabilité géophysique sont faibles. Par contre, la faisabilité de l'agroécologie est jugée élevée ou moyenne selon ces critères. Le GIEC note que « la gestion de l'eau pour la production alimentaire devient de plus en plus complexe en raison de la nécessité de satisfaire d'autres demandes sociales et environnementales en eau. » [3].

Dans le domaine des *villes et infrastructures*, la climatisation est l'option la plus efficace pour faire face à l'impact « réduction du confort thermique », mais sa faisabilité est jugée faible selon plusieurs critères, et elle implique évidemment une consommation accrue d'électricité. À l'inverse, des mesures telles que l'ombrage, la ventilation, et les interventions sur l'enveloppe du bâtiment sont moins efficaces, mais pourraient être davantage mises en œuvre, selon les critères de faisabilité.

Le GIEC constate que « des défis subsistent quant à la manière de traiter les incertitudes (...) et de traduire les apports scientifiques en conseils pratiques pour l'adaptation, de sorte qu'un panel d'options d'adaptation devrait être déployé » [4]. C'est notamment le cas en ce qui concerne l'*impact de la chaleur sur la santé*, pour lequel la mise en œuvre d'un ensemble d'options est plus efficace que la plupart des mesures spécifiques, tout en étant avantageuse en termes de coûts.

Ce sera encore davantage le cas avec l'accroissement du réchauffement : la complexité augmente, de sorte qu'il y a moins de solutions univoques ; il faut déployer de plus grands ensembles de réponses, et il devient plus difficile de parvenir à des compromis entre avantages et inconvénients de certaines options.

Des mesures qui répondent à plusieurs impacts

Dans le domaine de l'eau, le tableau distingue cinq types d'impact et évalue vingt-trois options d'adaptation.

L'impact « inondation » est envisagé à deux niveaux de généralisation : pour les inondations en général, puis séparément pour les côtes, pour les rivières et pour les inondations pluviales [5].

Une même option peut répondre à différents impacts. Ainsi, des solutions basées sur les écosystèmes peuvent être mises en œuvre sur les côtes et le long des rivières, mais les moyens diffèrent, les évaluations aussi : l'efficacité est jugée moyenne dans le premier cas, grande dans le second ; la faisabilité économique et technologique, par contre, est jugée grande dans le premier cas et moyenne dans le second.

De même, dans le domaine des *systèmes alimentaires*, on peut faire face au stress thermique, à la sécheresse et aux inondations en changeant les dates de semences et de moissons, mais l'efficacité et le degré de confiance sont sensiblement différents selon le type d'impact.

L'avantage d'une vue d'ensemble...

Considérer ensemble les quatre tableaux favorise l'approche holistique dont le GIEC souligne l'importance. En effet, un même type d'impact peut affecter plusieurs domaines. Ainsi, l'inondation affecte le domaine « eau » et le domaine « systèmes alimentaires ». Les options d'adaptation sont évidemment différentes dans les deux cas. On voit ici qu'elles peuvent ne pas être contradictoires : l'option « solutions basées sur les écosystèmes » dans le domaine « eau » est compatible avec l'option « abandon de terres agricoles » dans le domaine « systèmes alimentaires ». Mais certaines combinaisons d'options sont plus conflictuelles et nécessitent la recherche de compromis.

... combinée à une connaissance fine

La vue d'ensemble que donnent ces tableaux gagne à être complétée par la lecture des parties correspondantes du chapitre « Europe ». On y apprend par exemple que l'Europe occidentale est une des régions du monde où le risque d'inondation fluviale est le plus élevé [6], et que les digues constituent une défense économiquement bénéfique dans les zones densément peuplées, mais que les mesures qui augmentent la rétention naturelle de l'eau en amont (restauration forestière, restauration des cours d'eau et élargissement du lit des rivières) apparaissent comme les plus efficaces [7]. Par ailleurs, la vue d'ensemble gagne à être complétée aussi par les parties du chapitre portant sur la biodiversité, qui n'est pas abordée dans ces tableaux.

[1] Les options d'adaptation sont plus ou moins faisables en fonction des caractéristiques physiques du globe. Exemple dans le domaine « systèmes alimentaires » : les disponibilités en eau douce étant limitées, la faisabilité de l'irrigation comme option d'adaptation au stress thermique ou à la sécheresse est faible.

[2] Voir à ce sujet la nouvelle rubrique du portail de l'agriculture wallonne consacrée aux adaptations à la sécheresse : agriwall.info.wixsite.com/website-1 (juin 2022).

[3] Section 13.5.2.1, p. 1847.

[4] Section 13.6.2.2, p. 1856.

[5] Inondations causées directement par des précipitations abondantes.

[6] Section 13.2.1.2.1, p. 1827.

[7] Section 13.2.2.1.2, p. 1832.

Figure 1 : Efficacité et faisabilité des principales options d'adaptation en Europe dans quatre domaines. Sources : cette figure regroupe quatre tableaux du rapport (figures 13.6, 13.14, 13.20 et 13.24). Des couleurs ont été ajoutées pour faciliter la lecture.

Niveau évalué



/ => Peu ou pas d'indications.

Notes spécifiques :

- 1 : Entravé par des contraintes physiques dans les régions fortement urbanisées.
- 2 : Faible pour la prévention des dommages, moyen pour la prévention des décès.
- 3 : La disponibilité du sable peut entraver la faisabilité en Europe du Sud.
- 4 : En Europe du Sud; aucune preuve pour les autres parties de l'Europe.
- 5 : Moyen en Europe du Sud et élevé en Europe occidentale et centrale/Europe du Nord.

Exemples spécifiques cités à la page précédente

Alimentation (système alimentaire)

Villes et infrastructures

Chaleur / santé

Type d'impact	Moyen d'adaptation	Faisabilité						Confiance	
		Économique	Technologique	Institutionnel	Socio-culturel	Écologique	Géophysique	Preuves	Accord
Eau	Défenses contre les inondations (Protéger)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Plans de préparation aux inondations et d'alerte précoce (Protéger/Accommoder)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Inondations - côtes et rivières								
	Déplacement planifié (Retrait)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Zone non constructible, restriction des nouveaux développements (Éviter)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Assurance contre les inondations (Soutenir)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Inondations - côtes								
	Basé sur l'écosystème (ex. zones humides, récifs d'huîtres) (Protéger)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Basé sur les sédiments (ex. : rehausser les plages) (Protéger)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Mettre à l'abri de l'eau, maintenue hors des bâtiments ou non (Accommoder)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Inondations - rivières								
	Basé sur l'écosystème (ex. restauration de plaine inondable, élargissement du lit de rivière) (Protéger)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Rétention et détournement (Accommoder)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Mettre à l'abri de l'eau, maintenue hors des bâtiments ou non (Accommoder)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Inondations - pluviales								
Rétention : toits verts (Accommoder)	●	●	●	●	●	●	●	●	
Rétention : parcs (Accommoder)	●	●	●	●	●	●	●	●	
Mise à jour des systèmes de drainage et des pompes (Accommoder)	●	●	●	●	●	●	●	●	
Pénurie d'eau									
Approvisionnement : Stockage (réservoirs)	●	●	●	●	●	●	●	●	
Approvisionnement : Dérivation et transfert d'eau	●	●	●	●	●	●	●	●	
Approvisionnement : Désalinisation	●	●	●	●	●	●	●	●	
Approvisionnement : Réutilisation de l'eau	●	●	●	●	●	●	●	●	
Demande : Économie et utilisation efficace de l'eau	●	●	●	●	●	●	●	●	
Demande : Réglementer la distribution	●	●	●	●	●	●	●	●	
Demande : Instruments économiques	●	●	●	●	●	●	●	●	
Demande : Gestion des terres et changement de couverture des sols	●	●	●	●	●	●	●	●	
Suivi et gestion opérationnelle, systèmes d'alerte précoce de la sécheresse	●	●	●	●	●	●	●	●	
Système alimentaire	Irrigation	●	●	●	●	●	●	●	●
	Stress thermique								
	Changements de date de semaille/récolte	●	●	●	●	●	●	●	●
	Changement de cultivars (variété cultivée)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Sécheresse								
	Irrigation	●	●	●	●	●	●	●	●
	Changements de date de semaille/récolte	●	●	●	●	●	●	●	●
	Changement de cultivars (variété cultivée)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Gestion du sol	●	●	●	●	●	●	●	●
	Modification de la date de semis/récolte	●	●	●	●	●	●	●	●
	Sélection génétique des plantes et du bétail, y compris les OGM	●	●	●	●	●	●	●	●
	Inondations, événements combinés et événements extrêmes								
	Utilisation mixte - agroécologie et agroforesterie	●	●	●	●	●	●	●	●
	Modification de la politique agricole	●	●	●	●	●	●	●	●
	Formation et information	●	●	●	●	●	●	●	●
Changements dans le choix de cultures	●	●	●	●	●	●	●	●	
Modification de l'occupation des sols, y compris l'abandon de terres agricoles	●	●	●	●	●	●	●	●	
Agents pathogènes et vecteurs de maladies									
Sélection génétique des plantes et du bétail, y compris les OGM	●	●	●	●	●	●	●	●	
Gestion, y compris les rotations de cultures à haute fréquence	●	●	●	●	●	●	●	●	
Impacts combinés sur la productivité									
Changements dans le commerce international	●	●	●	●	●	●	●	●	
Changements dans la consommation	●	●	●	●	●	●	●	●	
Villes, établissements humains et infrastructures clés	Interventions sur l'enveloppe du bâtiment	●	●	●	●	●	●	●	●
	Ventilation (naturelle/mécanique, y compris nocturne)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Réduction du confort thermique due à l'augmentation des températures et des chaleurs extrêmes								
	Climatisation	●	●	●	●	●	●	●	●
	Ombfrage	●	●	●	●	●	●	●	●
	Toits verts, murs verts	●	●	●	●	●	●	●	●
	Espaces verts urbains	●	●	●	●	●	●	●	●
	Utilisation de peintures et de revêtements favorables à la fraîcheur	●	●	●	●	●	●	●	●
	Évasion vers des destinations non urbaines proches	●	●	●	●	●	●	●	●
	Amélioration des systèmes de refroidissement	●	●	●	●	●	●	●	●
	Déplacement de la production vers des usines moins gourmandes en eau	●	●	●	●	●	●	●	●
	Perte de services essentiels due à des vagues de chaleur et sécheresses.								
	Mesures réglementaires	●	●	●	●	●	●	●	●
	Mesures de gestion	●	●	●	●	●	●	●	●
	Utilisation de matériaux résistants à la chaleur	●	●	●	●	●	●	●	●
Remplacement des infrastructures vulnérables par des infrastructures résilientes	●	●	●	●	●	●	●	●	
Chaleur	Mesures relatives à des changements de comportements	●	●	●	●	●	●	●	●
	Refroidissement naturel	●	●	●	●	●	●	●	●
	Mortalité, morbidité, exposition, stress thermique								
	Interventions sur les bâtiments	●	●	●	●	●	●	●	●
	Infrastructures vertes	●	●	●	●	●	●	●	●
	Aménagement du territoire adapté à la chaleur	●	●	●	●	●	●	●	●
Plans d'action contre la chaleur en matière de santé	●	●	●	●	●	●	●	●	
Ensemble d'options	●	●	●	●	●	●	●	●	

[Biodiversité]

> Quand le climat ne convient plus aux espèces

Rédaction : Pénélope Lamarque,
avec la participation de Bruna Gaiño (traductions et relectures)

En Europe, les changements climatiques ajoutent une pression supplémentaire sur la biodiversité des écosystèmes terrestres déjà fortement affectée par diverses activités humaines (perte d'habitats liée aux changements d'utilisation des sols, pollution, surpêche...) [1].

Les impacts des changements climatiques sur la faune et la flore sont nombreux et variés. Des modifications sont observées sur le calendrier des processus biologiques tels que la reproduction et la migration des espèces. On observe par exemple une arrivée plus précoce de beaucoup d'oiseaux et papillons [2]. Ces changements peuvent perturber la dynamique des réseaux alimentaires. Le réchauffement et l'allongement de la saison de végétation favorisent également l'immigration d'espèces invasives qui entrent en compétition avec les espèces indigènes et peuvent même supplanter ces dernières [3]. En outre, le risque qu'un nombre croissant d'espèces ne trouvent plus de conditions climatiques propices à la vie dans nos régions augmente avec le niveau de réchauffement climatique mondial.

La figure 1 illustre le nombre d'espèces pour lesquelles le climat local resterait favorable en dépit de ses changements, sans qu'elles doivent migrer. A 1,5°C de réchauffement mondial au-dessus du niveau préindustriel [4], les conditions climatiques belges deviendraient inadéquates pour près de la moitié des espèces d'insectes présentes en Belgique (zone orange), et pour 60-80% d'entre elles à 3,2°C de réchauffement. Le changement géographique des niches climatiques [5] des pollinisateurs est similaire à celui des autres insectes, avec des tendances variables selon le groupe et la localisation. Le taux est plus faible (20 à 40% à + 3,2°C) pour les mammifères et les plantes (vert clair). Au niveau mondial, restreindre le réchauffement à 1,5°C par rapport à 2°C permettrait de réduire de près de moitié le nombre d'espèces de plantes et de vertébrés qui perdraient plus de 50% de leur aire de répartition [6] climatique habituelle [7].

[1] Le texte de cet article est basé sur l'AR6, GT2, chapitre 13, section 13.3 (à l'exception des autres sources mentionnées en note).

[2] En Wallonie, les données de suivi de la biodiversité ont mis en évidence l'arrivée d'espèces d'oiseaux ou de libellules observées habituellement plus au sud dans des zones plus chaudes. Résultats d'études sur le suivi des oiseaux : bit.ly/2lh1ZfE et bit.ly/3qQ11PP. Etude sur les libellules: Termaat T, et al., 2019. *Distribution trends of European dragonflies under climate change* : Divers. & Distrib. : <https://doi.org/10.1111/ddi.12913>

[3] Section 13.3.1.2 et FAQ 13.2.

[4] Le niveau de réchauffement mondial de 1,5°C au-dessus de la valeur préindustrielle sera vraisemblablement atteint autour de 2030 (voir AR6, GT1, Résumé pour les décideurs, table SPM.1). Pour plus d'information à propos de l'élévation de température moyenne mondiale qui correspond à différents scénarios d'émissions, voir la Lettre n°23, page 12, figure 5d.

[5] La niche climatique caractérise les conditions climatiques favorables pour l'espèce et ne représente qu'un aspect de la niche écologique comprenant l'ensemble des conditions environnementales qui permettent à une population de vivre et se perpétuer. Soberón, J., 2007. *Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species* : Ecology Letters : doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01107.x

[6] L'aire de répartition, appelée aussi aire de distribution est la zone géographique où est présente l'espèce : bit.ly/3SaYYzG

[7] Rapport spécial du GIEC sur un réchauffement de 1,5°C, 2018, section 3.4.3.3 du chapitre 3.

Pourcentage d'espèces qui pourraient rester dans des conditions climatiques favorables en Europe

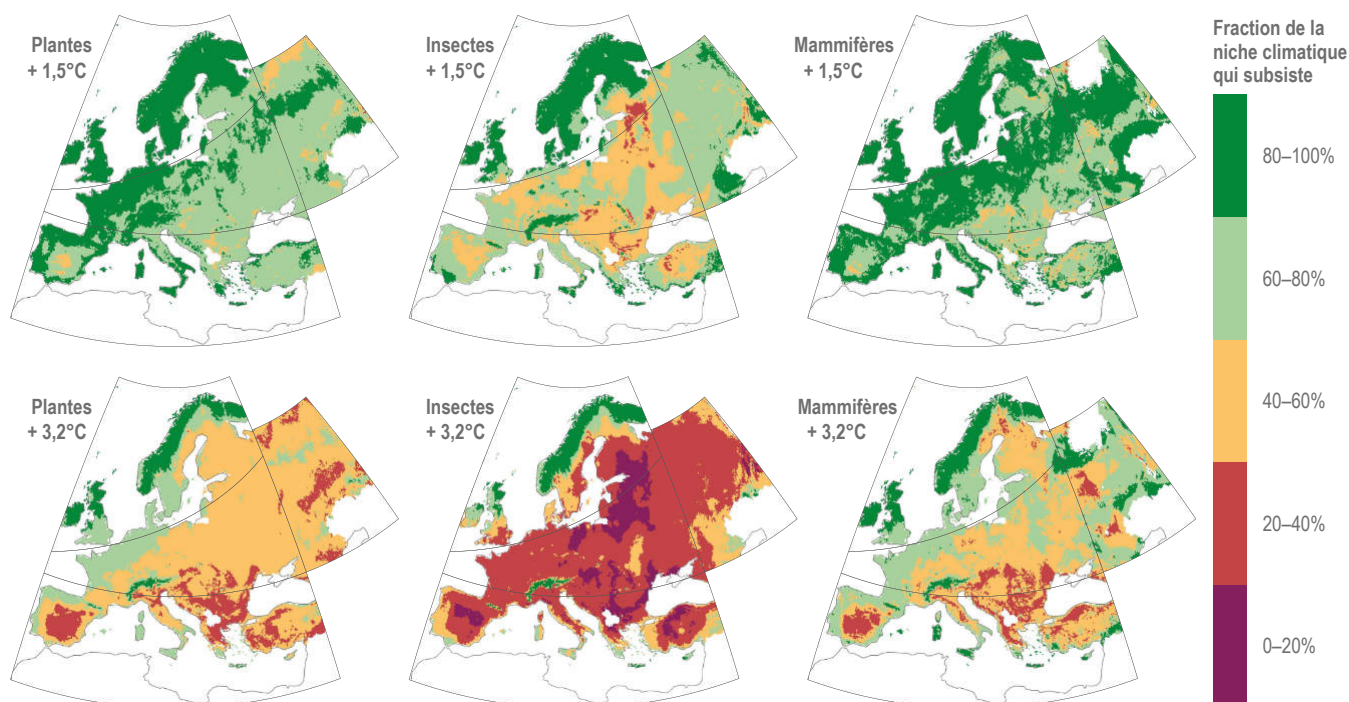


Figure 1: Pourcentage d'espèces qui pourraient rester dans des conditions climatiques appropriées pour deux niveaux de réchauffement planétaire (+1,5 et +3,2°C au-dessus du niveau préindustriel). Le gradient de couleur représente la proportion d'espèces qui devraient rester dans des conditions climatiques favorables, selon la moyenne de 21 modèles climatiques (basé sur Warren et al., 2018. *The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C* : doi.org/10.1126/science.aar3646). Les zones vertes conservent un grand nombre d'espèces avec des conditions climatiques adaptées, tandis que les zones rouges/marrons représentent des zones où les climats deviennent inadéquats pour plus de 80% des espèces. Les modèles utilisés ne tiennent pas compte de la dispersion. Source : figure 13.9

Les interactions entre différents risques climatiques (ex. température et sécheresse) ou avec d'autres facteurs non climatiques (par exemple les interactions entre les insectes et les plantes) [8] ne sont pas prises en compte dans les résultats qui précèdent; ceci augmente l'incertitude sur l'émergence des extinctions et l'ampleur des impacts pour les écosystèmes européens et leurs services [9]. En effet, l'interaction des changements climatiques avec d'autres pressions telles que les changements d'occupation et d'utilisation des sols, la pollution et les espèces invasives pourrait confronter des espèces - les pollinisateurs par exemple - à un risque d'extinction accru [10]. L'utilisation future des terres aura un effet important sur la répartition des pollinisateurs, car la fragmentation de l'habitat dans une Europe densément peuplée diminue les opportunités de changements des aires de répartition. Elle limite aussi le nombre de zones refuges où les conditions microclimatiques sont favorables. Ces changements peuvent également avoir un



Pollinisation des arbres fruitiers. Photo PwG (PL).

[8] Ces informations proviennent de l'article de Warren et al., 2018, qui est la principale source utilisée pour la figure 13.9 et explique plus en détails les limites des modèles utilisés.

[9] Etude sur l'effet du déclin des animaux sur la dispersion des plantes : Fricke et al., 2022. *The effects of defaunation on plants' capacity to track climate change* : Science : doi.org/10.1126/science.abk3510

[10] AR6, GT2, Chapitre 5, Box 5.3, Pollinators. Voir aussi Marshall L. et al. 2018. *The interplay of climate and land use change affects the distribution of EU bumblebees*: Glob Change Biol. : doi.org/10.1111/gcb.13867, qui présente des résultats au niveau européen avec un site d'étude en Belgique. Un article récent fait la synthèse de l'impact des changements climatiques sur les insectes : Harvey, J.A. et al. 2022: *Scientists' warning on climate change and insects*. Ecological Monographs, doi.org/10.1002/ecm.1553. Un aperçu en français est disponible : tinyurl.com/ucl-eli-insect

[11] Par exemple en Belgique, environ 75% des plantes à fleurs de culture (ex. arbres fruitiers, culture oléagineuse) se reproduisent grâce aux pollinisateurs. La valeur économique du service de pollinisation a été estimée pour la Belgique à 251,6 millions d'euros en 2010 soit 11,1% de la valeur totale de la production végétale (quantité et qualité des fruits) qui dépend des pollinisateurs. Jacquemin F, et al., 2017. *Mapping the dependency of crops on pollinators in Belgium*. One Ecosystem 2: doi.org/10.3897/oneeco.2.e13738

[12] Adaptation évolutive : Processus par lequel une espèce ou une population devient plus apte à vivre dans un environnement changeant grâce à la sélection de traits héréditaires. Les biologistes distinguent généralement l'adaptation évolutive de l'acclimatation, cette dernière se produisant au cours de la vie d'un organisme. (GIEC, AR6, GT2, Glossaire).

[13] AR6, GT2, chapitre 2, section 2.6.2.

[14] AR6, GT2, FAQ 13.2 et chapitre 2 FAQ 2.1.

[15] Voir aussi AR6, GT2, chapitre 2, Cross-Chapter Box NATURAL : Nature-based solutions for climate change mitigation and adaptation.

Les tourbières des Hautes-Fagnes, particulièrement sensibles aux changements climatiques et dégradées par les activités humaines, ont fait l'objet d'actions de restauration. Photo PwG (PL).



effet sur les sociétés humaines par la modification des services écosystémiques [11].

La migration des espèces en quête d'un climat plus favorable est-elle possible ?

Conditions favorables à l'adaptation autonome

Les espèces peuvent s'adapter dans une certaine mesure aux changements climatiques par le biais de l'adaptation évolutive [12], des modifications des aires de distribution, de comportement (ex. décalage des périodes d'hibernation), de physiologie et de phénotype (ex. changement de taille corporelle) [13]. L'adaptation autonome des espèces par un déplacement des aires de répartition - vers le nord ou plus en altitude - ainsi que des changements de phénologie ont été documentés dans toutes les régions d'Europe. Des disparitions locales d'espèces ont aussi été constatées. Cependant, l'adaptation autonome rencontre certaines limites liées à l'état dégradé de nombreux écosystèmes et à la vitesse des changements climatiques [14]. Les capacités d'adaptation et la résilience des espèces peuvent être favorisées :

- En diminuant les autres pressions anthropiques (fragmentation des habitats, pollution, extraction des ressources ...);
- En augmentant la surface des zones protégées et en veillant à créer un réseau de zones protégées avec des corridors et des zones tampons afin de permettre les mouvements des populations. En effet, les zones protégées (ex. réserves naturelles) contribuent à conserver la biodiversité; mais il faut savoir que, à 4°C de réchauffement global, 60% des espèces terrestres qui y vivent perdraient les conditions climatiques favorables à leur existence ;
- En mettant en place des solutions fondées sur la nature qui visent à protéger, gérer durablement et restaurer les écosystèmes afin de relever les défis sociétaux de manière efficace et adaptée en produisant simultanément des bénéfices pour le bien-être humain et la biodiversité. Ces actions permettent généralement de produire de nombreuses synergies entre adaptation et atténuation (ex. La plantation d'arbres ou la restauration de tourbières permet de réduire les inondations et de stocker du carbone). Elles sont donc de plus en plus fréquemment utilisées et mises en avant en Europe (p. ex. dans la stratégie européenne

d'adaptation). Toutefois, les solutions fondées sur la nature peuvent avoir des effets secondaires involontaires et leur mise en place requiert de répondre à certaines exigences [15] ;

- En prenant en compte les résultats des modélisations des conditions futures des niches climatiques lors des processus de restauration d'écosystèmes ;
- En augmentant la diversité fonctionnelle des espèces au sein des habitats c'est-à-dire le type, la gamme et l'abondance des caractéristiques fonctionnelles des espèces (ex. arbres à feuilles caduques, type de système racinaire, masse de graines...). Les espèces ayant les mêmes caractéristiques vont généralement répondre de la même manière à une modification de l'environnement ;
- En accélérant les actions de réductions d'émissions (atténuation) à court terme. Plus un niveau de réchauffement donné est atteint tôt, plus les risques sont élevés, car les espèces auront moins de temps pour se disperser naturellement afin de suivre leur niche climatique, et la société aura moins de temps pour mettre en place des réseaux de zones protégées ou pour faciliter les déplacements [16]. Toutefois, de nombreuses espèces seront probablement incapables de migrer suffisamment rapidement vers des zones au climat favorable, pour faire face aux changements rapides du climat.

Migration assistée

L'adaptation autonome des espèces par la migration en réponse aux changements climatiques est bien documentée par les données contemporaines, historiques et géologiques. Cependant, la vitesse du changement climatique peut dépasser le potentiel de migration, entraînant une adaptation évolutive ou un risque d'extinction accru. Nous pouvons agir pour aider, protéger et conserver les écosystèmes naturels et empêcher la disparition de la faune et de la flore menacées, notamment en ayant recours à la migration assistée (aussi appelée colonisation assistée ou relocalisation gérée). La migration assistée est le déplacement d'espèces, de populations ou de génotypes vers des lieux favorables à leur survie d'un point de vue climatique et situés en dehors de leurs zones de distribution historiques. Elle peut

[16] Op.cit. note 7.

[17] Ce paragraphe est rédigé à partir des informations de la section 13.10.2.1 et chapitre 2 sections 2.6.1 ; 2.6.5.1, FAQ 2.1.

[18] Section 13.3.1.2. Pour des informations plus détaillées des impacts des changements climatiques sur la forêt wallonne, se référer au rapport rédigé en 2017 « *Le changement climatique et ses impacts sur les forêts wallonnes - Recommandations aux décideurs, propriétaires et gestionnaires* » (bit.ly/3W2MuNi).

[19] Le projet ClimEssences (outils d'aide à la décision pour l'adaptation des forêts aux changements climatiques) réalisé par le réseau AFORCE (Réseau français pour l'adaptation des forêts aux changements climatiques) propose une modélisation cartographique de la compatibilité climatique des essences en France selon différents scénarios climatiques (climessences.fr/). En Wallonie, l'outil de référence d'aide à la décision du choix des essences pour la sylviculture est le fichier écologique des essences (www.fichierecologique.be/#/). Il existe également une version luxembourgeoise (fee.geoportail.lu/#/). Celui-ci ne propose pas de carte de projection climatique, mais les atouts et faiblesses des essences face aux changements climatiques sont résumées dans une rubrique dédiée au sein de chaque fiche-essence. La validité pour la Wallonie de l'outil ClimEssences est à l'étude (bit.ly/3UoQg2W).

[20] Mauri, A. et al., 2022. EU-Trees4F, a dataset on the future distribution of European tree species: Sci Data : [go.nature.com/3Wim7Dk](https://doi.org/10.1038/s41598-022-13077-0). La carte de projection associée pour le Chêne sessile est disponible sur ce site : bit.ly/EUTREES

constituer une option lorsque les espèces ne sont pas en mesure de se disperser et de coloniser naturellement. Toutefois, elle soulève des questions scientifiques, éthiques, économiques et juridiques qui doivent être examinées attentivement [17].

Focus sur la migration assistée des arbres forestiers en Belgique

Le changement climatique modifie directement la structure et la fonction des forêts européennes via les changements de température, de précipitations et de CO₂ atmosphérique, et indirectement l'interaction avec les parasites et les incendies. Les stress liés aux sécheresses estivales augmentent dans toute l'Europe. Des changements de répartition des principales essences d'arbres forestiers sont

prévus dans toutes les régions d'Europe même à 1,7°C de réchauffement mondial, avec des implications économiques associées pour les forêts gérées [18].

Le cycle de vie de la plupart des arbres forestiers étant de l'ordre du siècle, les gestionnaires forestiers doivent se projeter à la fin du siècle et choisir des espèces d'arbres à favoriser, renouveler ou planter dans un massif forestier, en fonction du climat futur. À cette fin, les modèles de compatibilités climatiques pour différentes espèces forestières européennes à la fin du siècle (telles ClimEssences [19] ou EU-Trees4F [20]) peuvent fournir une



La chaleur et la sécheresse de l'été 2022 ont conduit les arbres les plus sensibles (ex. essences telles que le Hêtre) et les plus exposés (ex. lisière) à prendre des couleurs d'automne dès la fin du mois de juillet. Photo PwG (PL).

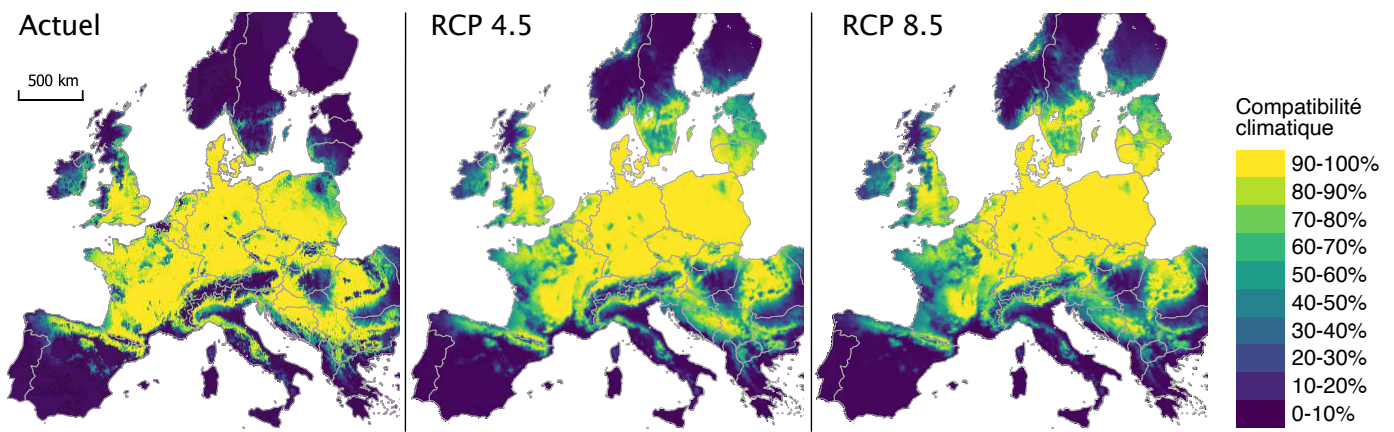


Figure 2: Carte de compatibilité climatique pour le chêne sessile pour la période 1991-2020 (« Actuel ») et à l'horizon de la fin du siècle (2095) pour les scénarios d'émissions RCP 4.5 et RCP 8.5 (ces scénarios mènent respectivement à un réchauffement mondial d'environ 2,4°C et 4,3°C en 2090 par rapport à la période préindustrielle; pour plus d'informations voir Lettre 23 page 13). Les zones bleues signifient que l'on trouve très rarement l'espèce aujourd'hui dans des zones aux climats similaires à celui modélisé. Il y a donc un risque important de dépérissements ou de pertes de croissance. Cependant, selon les capacités d'adaptation des peuplements en place, et l'impact de tous les facteurs non pris en compte, ce risque se concrétisera de façon plus ou moins marquée. Source : cartes réalisées par la PwG à partir des données du projet EU-Trees4F (bit.ly/3FhdWRO).

source d'inspiration et sensibiliser aux changements climatiques en illustrant les grandes tendances des aires bioclimatiques potentielles (figure 2).

À titre d'exemple, en fonction du scénario climatique, les populations de chêne sessile [21] devraient approximativement se déplacer de 200 à 500 km vers le nord et le nord-est d'ici la fin du siècle pour rester dans des conditions climatiques favorables [22] (Figure 2). Les données palynologiques [23] sur la recolonisation postglaciaire évaluent des déplacements naturels de l'ordre de 50 à 100 km en un siècle. Toutefois, la migration possible au cours de ce siècle sera probablement beaucoup plus lente, du fait des freins que constitue la fragmentation des habitats par les zones urbanisées, les infrastructures ou les zones agricoles [24]. Actuellement, la vitesse de migration du chêne vert en France est estimée à 3 km par siècle [25]. Bien qu'il existe de fortes incertitudes sur l'ampleur de ces migrations et les capacités d'adaptation des espèces, ces estimations grossières d'ordre de grandeur permettent de réaliser que les capacités d'adaptation de la forêt et la vitesse de migration sont aujourd'hui plus lentes que les changements climatiques.

Ces risques amènent les gestionnaires forestiers à réorienter leurs choix de sylviculture pour aller au-delà des considérations économiques et favoriser la résilience des forêts. Dans ce cadre la migration assistée est envisagée, c'est-à-dire l'accélération artificielle de la vitesse de migration des arbres, comme une des options d'adaptation possibles. En Belgique, le projet « Trees for future » [26] expérimente depuis 2018 cette piste d'adaptation en testant différentes nouvelles essences d'arbres (25 actuellement) et des espèces provenant de régions plus méridionales (43 actuellement) au sein d'un réseau de 181 parcelles de 20 ares sur 42 sites forestiers. La migration assistée repose sur le fait que les arbres du sud possèdent une meilleure adaptation à notre climat futur. On peut distinguer deux types de migration assistée. D'une part, la migration assistée de provenance qui introduit des individus d'une essence déjà présente sur le territoire mais issus du sud de leur aire de répartition (ex. chêne sessile du sud de la France). Celle-ci est basée sur la propagation au sein des populations locales de gènes conférant une meilleure résistance à la sécheresse par exemple, et d'ainsi enrichir l'information génétique des essences déjà présentes pour une meilleure adaptation aux changements climatiques. Et d'autre part, la migration assistée d'essences qui introduit des essences encore non présentes sur le territoire (ex. chêne chevelu) mais qui vivent plus au sud dans un climat analogue au climat attendu à la fin du siècle en Belgique. Les essences testées doivent avoir une amplitude écologique assez large pour pouvoir être adaptées à la fois au climat futur et au climat actuel afin d'être testées et accomplir leur cycle de vie. Toutefois, l'adaptation assistée fait débat. Certaines précautions sur le choix des essences, la provenance et la qualité des graines sont de mise afin d'éviter de nouveaux risques tels que l'introduction de maladies ou d'espèces invasives qui constitueraient une menace supplémentaire [27].

[21] Le chêne fait partie des trois essences d'arbres les plus communes en Belgique avec le hêtre et l'épicéa. Contrairement au chêne sessile, le hêtre et l'épicéa sont très sensibles aux canicules, aux sécheresses estivales et au manque d'eau en général. Ces espèces sont donc vulnérables aux changements climatiques. L'aire de culture potentielle de l'épicéa pourrait être fortement réduite car cette essence se situe déjà en limite de tolérance climatique (<https://www.fichierecologique.be/#/>).

[22] Pour plus d'information vous pouvez visionner la vidéo de la conférence d'Antoine Kremer titrée « *Le climat change... les arbres aussi* » organisée en 2019 par Forêt.Nature : (<https://bit.ly/3sCMKF7>) (migration naturelle dans le passé à aujourd'hui, mécanismes), ou lire l'article Kremer, A. 2013. Evolutionary responses of European oaks to climate change. International Oaks : <https://bit.ly/3CnNq5L>

[23] Étude des grains de pollen, dans ce cas les grains de pollen fossiles.

[24] Op. cit. note 22.

[25] Delzon S, et al., 2013. *Field evidence of colonisation by Holm Oak, at the northern margin of its distribution range, during the Anthropocene period.* PLoS ONE: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080443>

[26] Le projet Trees for Future (anciennement appelé projet Arboretum) a démarré en 2018 : (<https://www.treesforfuture.be/>). La sélection des espèces au sein de ce projet repose sur des critères d'adaptation à la sécheresse, au froid hivernal, à l'absence de caractère envahissant ou problèmes sanitaires connus, et d'une valorisation du bois d'oeuvre connue.

[27] Depuis 2009, le Comptoir Forestier à Marche-en-Famenne (<https://bit.ly/3RWrkNv>) commercialise des graines avec garantie de traçabilité, de qualité et de diversité génétique. Deux outils d'aide à la décision sont mis à disposition des propriétaires et gestionnaires forestiers en Wallonie: le *Dictionnaire des provenances recommandables* (<http://environnement.wallonie.be/orvert/dictionnaire.html>) et le *Fichier écologique des essences* (adéquation essence/station) ([fichierecologique.be/#/](https://www.fichierecologique.be/#/)).

> Une météo qui favorise les feux de forêt

Rédaction : Pénélope Lamarque,
avec l'appui de Philippe Marbaix et de Bruna Gaino

Comme nous l'avons vu dans l'article précédent, les changements climatiques affectent la biodiversité de multiples manières : la hausse des températures moyennes a un impact direct, mais les écosystèmes sont également menacés par d'autres facteurs, dont l'augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements météorologiques et climatiques extrêmes. Ces changements modifient notamment les régimes de feux.

Les feux de forêt affectent plus de 400 000 ha chaque année dans l'Union européenne. Environ 85% de cette superficie est située en Europe du Sud [1] où les conditions météorologiques propices aux feux (température, précipitation, vitesse du vent et niveau d'humidité) sont plus prononcées. Les conditions propices aux feux, incluant les vagues de chaleur, ont augmenté dans toute l'Europe entre 1980 et 2019, avec un accroissement substantiel en Europe du Sud, de l'Ouest et centrale (Figure 2). Des feux de forêt « extrêmes » ont été observés ces dernières années (Portugal en 2017, Suède en 2018, Sud-Est de l'Europe en 2021) [2].

[1] Selon les zones géographiques définies par le GIEC, présentées en page 2. Les deux premières pages de cet article sont basées sur l'AR6, chapitre 13, sauf mention contraire.

[2] Chapitre 13, section 13.3.1.3.

Environ 772 500 ha ont brûlé dans l'UE en 2022, ce qui est proche du record de surface brûlée depuis au moins 2006 [3]. Cela équivaut à environ un quart de la surface totale de la Belgique.

Les projections relatives au risque de feu de végétation sont entourées de grandes incertitudes en raison de multiples facteurs, tels que les conditions météorologiques, l'interaction feu-végétation et l'efficacité de la gestion des feux. Toutefois, ces projections indiquent que le risque de feu augmentera probablement dans toutes les régions d'Europe à 1,5° de réchauffement global, et de manière plus certaine à 3°C [4]. Ces projections suggèrent également que des régions d'Europe jusqu'ici peu affectées pourraient devenir sujettes aux incendies, en particulier en Europe centrale et de l'Ouest et en Europe du Nord-est où les feux sont peu fréquents et où la capacité de gestion des feux est encore faible.

[3] Source : EFFIS (European Forest Fire Information System), <https://bit.ly/3ghOKA4>
Valeur en date du 8 octobre 2022. Jusqu'à cette date, la surface brûlée cette année représente un record absolu sur la période pour laquelle ces données sont disponibles, à partir de 2006. En 2017, des feux importants ce sont produits jusqu'en octobre et ont contribué à un total annuel de l'ordre d'un million d'hectares (data.europa.eu/doi/10.2760/663443).

[4] Figure 13.18

En modifiant les conditions météorologiques, les changements climatiques peuvent augmenter l'intensité, la fréquence et/ou la longueur de la saison des feux de végétation. Toutefois, d'autres facteurs environnementaux, écologiques et humains influencent les régimes de feux. En effet, il est important de noter qu'en Europe les feux sont déclenchés à plus de 90-95% par des activités humaines (sauf dans la partie européenne de la Russie, où le démarrage naturel de feux est à l'origine d'une part importante des zones brûlées) [5].

[5] section 13.3.1.3.

En Europe, le climat est devenu plus propice aux feux de forêt au cours des dernières décennies

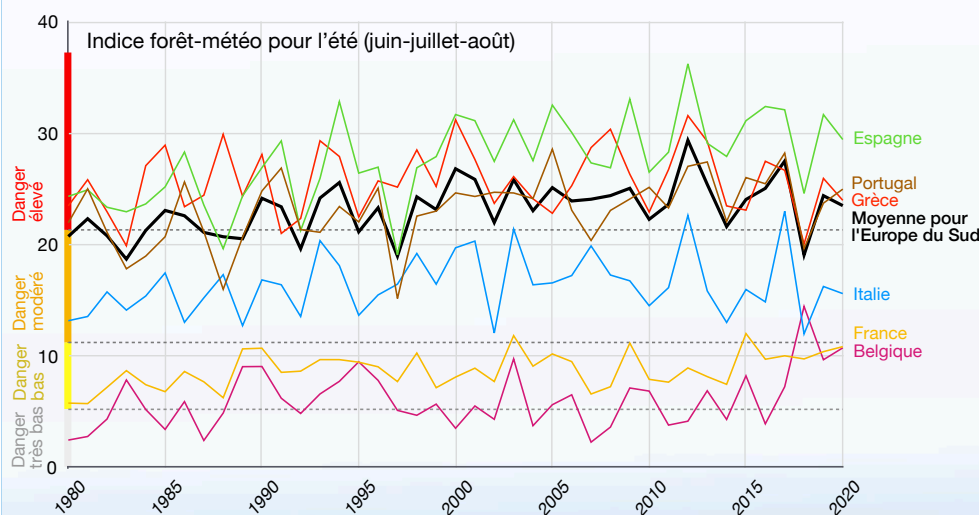


Figure 1: Une augmentation du risque de feu a été observée au cours des dernières décennies dans les pays du Sud et de l'Ouest de l'Europe.

L'indice forêt météo (IFM, Fire Weather index, FWI en anglais) représente le nombre de jours par an lors desquels le risque de feux de forêt est critique. Cette estimation se base sur les conditions environnementales requises pour la propagation des feux telles que le contexte météorologique (température, précipitation, vent) et l'humidité des combustibles (feuilles, humus)... Plus l'indice est élevé, plus les conditions sont favorables pour qu'un feu démarre et se propage.

Source des données : Agence européenne de l'environnement, Fire Weather Index (tinyurl.com/FWI-explore), sur la base de données du Système européen d'information sur les feux de forêts (graphique PwG). Pour plus d'information sur l'indice forêt météo: bit.ly/3QDKk2N

Quelles mesures d'adaptation pour réduire le risque de feu de végétation ?

Outre leurs impacts sur la mortalité et la santé humaine (qualité de l'air [6]) et sur les écosystèmes, les feux de végétation ont aussi des conséquences socio-économiques (perte de production de bois, diminution du tourisme, dégâts aux infrastructures). Par ailleurs, les feux de végétation aggravent les changements climatiques, car ils relâchent du carbone dans l'atmosphère [7].

Faire face au risque implique de prendre des mesures de gestion des incendies : prévention, détection, contrôle, restriction et extinction des incendies de forêt et d'autres types de végétation (broussailles, landes, cultures, friches ...) dans les zones rurales [8]. Afin d'aiguiller la prise de décision sur la mise en place des mesures nécessaires, la prévision des feux par les indices de danger basée sur les prévisions météo et l'analyse de la sécheresse de la végétation est essentielle. La détection des feux, notamment par les images satellitaires à haute résolution permet la mise en place d'un système d'alerte précoce [9].

Dans le sud de l'Europe, les mesures de gestion des feux ont eu un effet positif : malgré l'augmentation du risque, la quantité de biomasse brûlée a baissé entre 2003 et 2019. Toutefois, le paradigme dominant de la gestion des incendies, qui consiste à supprimer les feux dans certaines régions de l'Europe du Sud, a été remis en question, car il contribue à l'accumulation anormale de combustible pouvant ensuite provoquer de graves incendies. Une gestion forestière qui diversifie les essences et les choisit en termes de tolérance et résistance aux feux, la restauration des pratiques de brûlage dirigé pour réduire l'accumulation de combustible et l'agroforesterie font partie des approches préconisées qui combinent l'atténuation, la prévention et le contrôle [10].

[6] En Europe, les données concernant les impacts des feux sur la santé sont limitées. Toutefois, pour les incendies de 2017, les données suggèrent que plus de 100 personnes sont mortes prématurément au Portugal suite à la mauvaise qualité de l'air. L'augmentation prévue des incendies et la baisse de la qualité de l'air devraient accroître la morbidité et la mortalité respiratoires en particulier dans le sud de l'Europe (section 13.7.1.2).

[7] On parle de « rétroaction positive », c'est-à-dire d'amplification du réchauffement : les changements climatiques favorisent les feux, qui eux-mêmes augmentent le réchauffement global via leurs émissions de CO₂.

[8] Adaptation des plans de gestion du feu en Europe [*Adaptation of fire management plans – in English*], bit.ly/3B8LGgf. Les émissions par les feux de forêts en Europe et au Royaume-Uni entre le 1er juin et le 31 août 2022 sont estimées à 6,4 mégatonnes de carbone, le niveau le plus élevé depuis 2007 (atmosphere.copernicus.eu/europes-summer-wildfire-emissions-highest-15-years).

[9] L'utilisation des indices forêts météo et des images satellitaires pour la prévention et la détection précoces a été discutée lors du Media-Workshop du Forum météo 2022 « *Earth, wind and fire : surveiller le cycle de vie des incendies de forêt et leur impact* ». La vidéo peut-être visionnée sur cette page : bit.ly/3de6l50. En août 2022, la Commission européenne a présenté sa première évaluation pan-européenne des risques de feux de forêt. Ce nouvel outil permet d'avoir des données harmonisées et une évaluation comparable des risques entre régions : publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC130136.

[10] Voir principalement les sections 13.3.1.3, 13.3.2, 13.5.2 et chapitre 2 section 2.4.4.2, FAQ 2.3 et Cross-Chapter Box NATURAL, *Nature-Based Solutions for Climate Change Mitigation and Adaptation*.

Feu de végétation à Tellin, province du Luxembourg, 25 août 2022. Photo PwG (PL)



Qu'en est-il en Belgique?

En raison du climat, les feux de végétation en Belgique n'ont pas l'ampleur qu'ils ont dans les régions méditerranéennes [11]. Les incendies sont cependant fréquents. Cette année, à la suite de conditions météorologiques particulièrement propices, il y a eu de nombreux départs de feux de végétation. Cela a été le cas à Spa (3 ha), dans la réserve Natagora de Vaux-sur-Sûre (12 ha), au barrage de la Gileppe (0,4 ha), à Tellin (6 ha), le long de la E411,... Toutefois, les surfaces brûlées étant de moins de 30 ha, ces feux n'apparaissent pas dans les données EFFIS [12]. Vu l'absence d'une approche standardisée des observations de feux de végétation en Belgique, le lien avec le climat ne peut être étudié de manière quantitative. On constate cependant qu'un nombre de feux très important a également été enregistré en 2013, année de forte chaleur et sécheresse. La surface brûlée annuellement dépasse rarement 40 ha. Cependant à la suite des conditions météorologiques favorables de la sécheresse de 2011, plus de 2360 ha ont été affectés par des feux de végétation, dont 2144 ha dans des zones Natura 2000. Le risque de feu est plus important dans les provinces de Liège (notamment dans les Hautes Fagnes), du Luxembourg, du Limbourg et d'Anvers. La présence de forêts d'épicéa, très sensibles aux feux, est l'un des facteurs qui expliquent le risque élevé dans ces régions. Les landes à bruyères et les tourbières, largement couvertes d'herbes et d'arbustes qui s'enflamment facilement, contribuent également à rendre les feux difficilement contrôlables. En termes de surface, les provinces d'Anvers et du Limbourg sont les plus à risque (figure 2). Les feux de végétation ont eu lieu principalement au mois d'avril (faibles précipitations) et, dans une moindre mesure, durant les mois d'été.

En Belgique, comme dans le reste de l'Europe de l'Ouest et du Sud, les départs de feux sont principalement (95 %) d'origine humaine (accident, négligence ou acte délibéré). C'est pourquoi des mesures de prévention ont été prises cet été en interdisant tout feu en forêt et dans les espaces naturels sans exception (y compris les zones de barbecue). A certains endroits, la circulation en forêt a été interdite (forêt d'Anlier à Habay) [13]. À ce jour, les feux de végétation en Belgique ont été peu étudiés. Pourtant, le gouvernement fédéral avait initié un plan d'action national sur incendies de sites naturels en 2013 [14] dont l'un des objectifs était de réaliser une évaluation du risque, mais aussi des besoins en matériel, procédures et entraînement des services pour la gestion des feux.

Selon Depicker et al. 2020 [11], la prévention des feux de végétation en Belgique pourrait être améliorée en excluant les exercices militaires des zones à risque durant la saison des feux, en améliorant la collaboration avec les services d'urgence étrangers, en concentrant les ressources dans les zones à fort risque de feu, en améliorant les méthodes de détection et en augmentant la prise de conscience de la population [15].

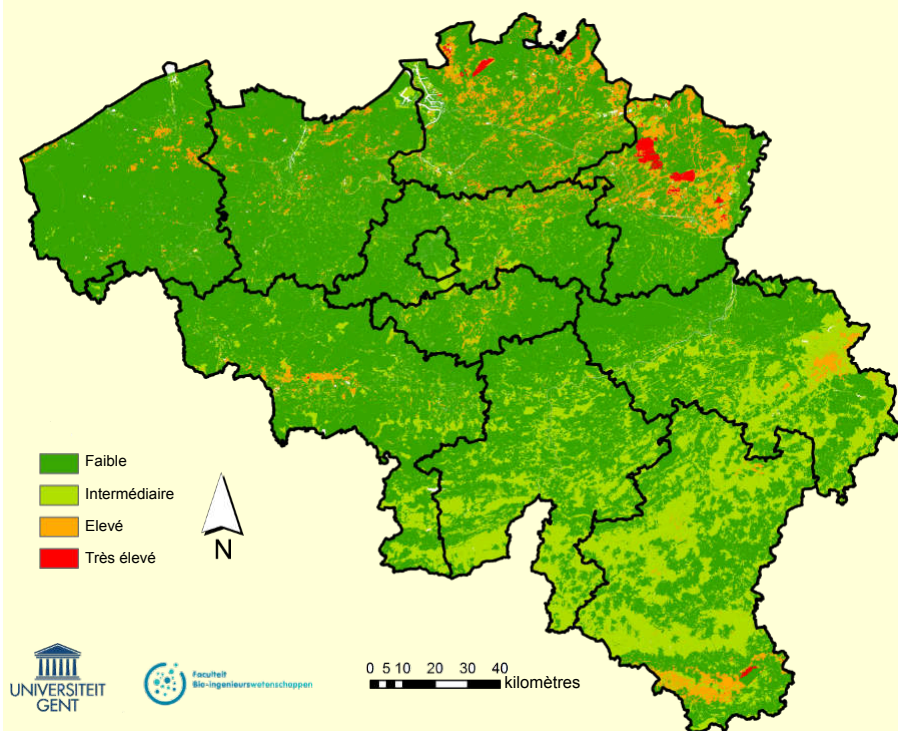


Figure 2 : Carte de probabilité de départ de feux de végétation en Belgique. Source : figure 10 de l'article de Depicker et al, 2020 , op.cit. [11].

[11] La principale référence utilisée pour cette partie est Depicker, A, et al; 2020: *Wildfire ignition probability in Belgium*. Natural Hazards and earth system sciences: <https://doi.org/10.5194/nhess-20-363-2020>. La table ronde de la Commission Nationale Climat (2018) sur les incendies en milieu naturel et les changements climatiques (<https://www.cnc-nkc.be/fr/ConfFire>) donne des compléments d'informations sur le plan d'action, le volet opérationnel et la gestion de crises.

[12] EFFIS - European Forest Fire Information System. *Statistiques annuelles du nombre de feux et des surfaces brûlées pour la Belgique et autres pays européens*. EFFIS - Statistics Portal : https://bit.ly/EFFIS_Stat. La Belgique n'apparaît également pas dans le rapport annuel du Centre commun de recherche de la Commission (JRC : tinyurl.com/jrc-ffdata) par manque d'enregistrement standardisé et systématique des données sur les feux de végétation.

[13] Mesure de prévention à respecter dans les forêts wallonnes pour éviter les départs de feux 12-08-2022 : [http://environnement.wallonie.be/Arrêté de police de la commune d'Habay interdisant la circulation en forêt](http://environnement.wallonie.be/Arrêté%20de%20police%20de%20la%20commune%20d%27Habay%20interdisant%20la%20circulation%20en%20forêt) : https://bit.ly/arrete_police

[14] Présentation sur le plan d'action réalisée dans le cadre de la table ronde de la Commission Nationale Climat (2018) : <https://bit.ly/3S87DTh>

[15] Sites internet du centre de crise pour la prévention et la sensibilisation aux feux de végétation en Belgique : https://bit.ly/risque_feu et Centre de Crise : https://bit.ly/centre_crise



Sensibilisation au danger d'incendie en Wallonie, 2022. Photo PwG (PL)

> Page de couverture : sources et notes

Les photos de couverture illustrent la diversité du type de catastrophes que les changements climatiques contribuent à rendre plus probables et/ou plus dévastatrices, en Europe et en Afrique. Nous n'avons pas analysé la contribution des changements climatiques à chacun de ces événements spécifiques, mais tous sont de types que les changements climatiques aggravent. Les événements illustrés sont les suivants :



Dresde, Allemagne, 2002.

Une grande partie de l'Europe a subi de fortes inondations en août 2002. Voir par exemple [fr.wikipedia.org/wiki/Inondations_européennes_de_2002](https://fr.wikipedia.org/wiki/Inondations_europ%C3%A9ennes_de_2002).

Photo : Stefan Malsch, commons.wikimedia.org/wiki/File:Schillergarten_Dresden_August_2002.jpg



Magdeburg, Allemagne, 2007.

La tempête Kyrill a causé des décès et des dégâts dans de nombreux pays européens, dont l'Allemagne et la Belgique. Voir par exemple en.wikipedia.org/wiki/Cyclone_Kyrill et tinyurl.com/meteo-be-tempetes

Photo : commons.wikimedia.org/wiki/File:Strommast.JPG

Draguignan, France, 2010.

Le 15 juin 2010, le sud de la France a été touché par de fortes inondations, qui ont causé 23 victimes. Des facteurs tels que l'urbanisation contribuent généralement à aggraver les dégâts, mais Météo-France note que "sur les 50 dernières années, on n'avait jamais observé 400 mm de pluie en moins de 2 jours en Provence".

Pour plus d'information : tinyurl.com/meteo-fr-drag

Photo : tinyurl.com/wikimedia-draguignan Photo retirée suite à une plainte de l'entreprise « Picrights », mandatée par l'AFP.



Santarem, Portugal, 2017.

La surface de forêt brûlée en Europe a atteint un record en 2017 (une étendue à peu près similaire, voire un peu supérieure, avait été incendiée en 1985). En 2017, plus de la moitié de la surface touchée se situait au Portugal.

Pour plus d'information : tinyurl.com/eea-burnt-area

Photo PwG (PM).



Glacier de Briksdal, Norvège, 2019.

Le panneau vert à l'avant plan indique la position du glacier en 1920. Comme la grande majorité des glaciers, celui de Briksdal fond et recule de manière significative, principalement sous l'effet des fortes chaleurs estivales. T. Laumann et A. Nesje (J. of Glaciology, 2009, doi.org/10.3189/002214309790152366) ont estimé que ce glacier pourrait avoir reculé d'environ 2,5 à 5 km au total en 2085, en fonction du scénario. La spectaculaire langue glaciaire disparaîtrait complètement et il ne resterait plus qu'une calotte glaciaire qui continuera à fondre progressivement.

Pour plus d'information : tinyurl.com/bdal-ice. Photo PwG (PL).

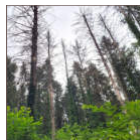


Liège (Angleur), Belgique, 2021

Les graves inondations de la mi-juillet 2021 ont affecté de nombreux pays d'Europe de l'Ouest. En Wallonie, toutes les provinces ont été touchées, 39 personnes sont décédées, et près de 100.000 personnes ont été sinistrées.

Source et informations complémentaires : tinyurl.com/rw-inon21. Voir aussi notre Lettre n°23, pages 21 et 22.

Photo : Adrien Ninane, 16 juillet 2021 (reçu de l'Elisabeth Rondiat).



Ardennes françaises, 2022.

Ces dernières années, les conditions climatiques extrêmes de sécheresse et de forte chaleur ont engendré de multiples crises sanitaires forestières, dont la prolifération de scolytes dans les forêts d'épicéa. Pour l'année 2020, la Région du Grand-Est, en France, a estimé qu'un volume de 1,8 million de m³ d'épicéas a été déclassé de la filière bois. Cet afflux inhabituel de bois déperissant a entraîné une chute des prix des essences concernées. Pour plus d'information : tinyurl.com/scol-fr et tinyurl.com/ard-scol. Photo PwG (PL).



La Wamme, Gemelle, Belgique, 2022.

Depuis plusieurs années, des portions de la Wamme sont complètement à sec lors des épisodes de sécheresse, et ce sur des périodes de plus en plus longues. Le contraste est saisissant avec l'été 2021. Dans la même zone, la Wamme en crue avait endommagé de nombreux ponts et habitations. Un an plus tard, les travaux de reconstruction sont encore en cours.

Pour plus d'information : tinyurl.com/wamme-sec et crlesse.be/2020/08/24/rochefort-la-wamme-la-lomme-a-sec/



Tellin (Bure), Belgique, 2022.

En août 2022, suite à la sécheresse, les prairies ardennaises avaient des airs de savane. Les agriculteurs ont été contraints de puiser dans le stock de fourrage destiné à la période hivernale pour compenser le manque d'herbe dans les prés.

Pour plus d'information : tinyurl.com/sil-sec22. Photo PwG (PL).



Sud de l'Éthiopie, 2011.

En 2011, l'Afrique de l'Est a été touchée par une sécheresse particulièrement intense qui a entraîné une grave crise alimentaire. La malnutrition et les maladies associées aux mauvaises conditions sanitaires ont causé de nombreux décès. Cette région est de nouveau touchée par la sécheresse en 2022 (tinyurl.com/jrc-af-dr22).

Pour plus d'information :

en.wikipedia.org/wiki/2011_East_Africa_drought

Photo : Oxfam Afrique de l'Est, flic.kr/p/a3ikAB



Kenya, 2006.

En janvier 2006, à la suite de plusieurs mois d'intense sécheresse, le manque d'eau et de nourriture a causé la mort d'une part importante du bétail. La famine et la malnutrition ont également causé des décès. Pour plus d'information :

[doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68364-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68364-5)

Photo : Brendan Cox / Oxfam, flic.kr/p/6ryjub



Barrage/lac de Theewaterskloof, Afrique du Sud, 2018.

Cette retenue d'eau approvisionne la ville du Cap. La ville a fait face à une grave crise de l'approvisionnement en eau qui a culminé en 2018 suite à plusieurs années de sécheresse.

Pour plus d'information :

eo.belspo.be/fr/actualites/le-cap-bientot-sans-eau

Photo : commons.wikimedia.org/wiki/File:Theewaterskloof_sandscape_2018-03-11.jpg

> En Afrique, des risques et impacts élevés

Rédaction : Philippe Marbaix. Cet article a bénéficié des relectures de Bruna Gaino, Pénélope Lamarque, Alain Tondeur et Jean-Pascal van Ypersele.

Le chapitre consacré à l'Afrique dans le 6^e rapport d'évaluation du GIEC (GT2) rappelle que ce continent est globalement l'un des moins émetteurs de gaz à effet de serre, alors que de nombreuses personnes, et des secteurs clés pour le développement, ont déjà subi les conséquences des changements climatiques. Les cartes ci-contre donnent un aperçu d'événements climatiques qui ont eu des impacts observés sur les personnes au cours de la dernière décennie (figure 1).

Risques clés

Les risques clés, identifiés comme potentiellement graves, sont [1] :

- **L'aggravation de la perte de biodiversité** (avec extinction locale ou globale d'espèces et réduction ou perte définitive de services écosystémiques).
- **La réduction de la production alimentaire** issue des cultures, du bétail et de la pêche.
- **L'augmentation de la morbidité et de la mortalité** humaines causées par la chaleur ou des maladies infectieuses (incluant des maladies à vecteurs tels que les moustiques et les diarrhées causées par de l'eau contaminée par des pathogènes ou une mauvaise conservation des aliments).
- **La réduction de la croissance économique et l'augmentation des inégalités** et du taux de pauvreté.
- **L'insécurité de la disponibilité en eau**, notamment pour l'irrigation et l'hydro-électricité.
- **Les risques en cascade et les risques qui résultent d'effets cumulatifs** avec des pertes de vies humaines, de moyens de subsistance et d'infrastructures dans les zones d'habitation.

La figure 1 présente l'évaluation d'une sélection de risques en fonction du réchauffement. Les cadres en pointillés ci-dessous résument les impacts possibles à chacun des niveaux de risque.

[1] Cette synthèse vise à donner un aperçu, sans être exhaustive ni traduite du rapport de façon littérale. Toutes les références se rapportent au chapitre 9 de la contribution du GT2 à l'AR6 (Les « risques clés » sont présentés à la section 9.2).

■ Niveau de risque modéré :

La **biodiversité** est notamment affectée par les épisodes répétés de mortalité des coraux, par la diminution de la productivité biologique des lacs à cause de la chaleur, et par l'expansion des zones boisées dans les savanes à cause de l'augmentation de la concentration de CO₂ (voir figure 3), ce qui a des conséquences négatives sur les moyens de subsistance. Pour la **production alimentaire**, il s'agit notamment d'une baisse de rendement des cultures de maïs dans l'Afrique subsaharienne, et une réduction des prises de la pêche. Pour la **santé**, les impacts observés concernent notamment la distribution et l'incidence du paludisme et du choléra et les effets directs de la chaleur.

■ Niveau de risque élevé :

Ce niveau est défini par l'apparition de risques jugés graves et qui affectent une grande partie du territoire. Dans l'hypothèse d'une adaptation progressive et limitée à l'échelle locale, on estime que la « transition » vers un risque élevé a déjà commencé pour la biodiversité. En ce qui concerne la production alimentaire et la santé, l'évolution vers un risque élevé débute sous 1,5°C de réchauffement moyen. À environ 1,5°C, les projections incluent une perte de rendement de 9 % pour le maïs en Afrique de l'Ouest et de 20 à 60 % pour le blé au Sud et au Nord du continent [2]. D'autres cultures seraient également touchées, comme le café, le thé en Afrique de l'Est et le sorgho en Afrique de l'Ouest, ainsi que la pêche. Des dizaines de millions de personnes supplémentaires seraient exposées aux maladies véhiculées par des vecteurs.

[2] Par rapport à 2005, selon la principale référence (figure 9.22).

Impacts climatiques observés

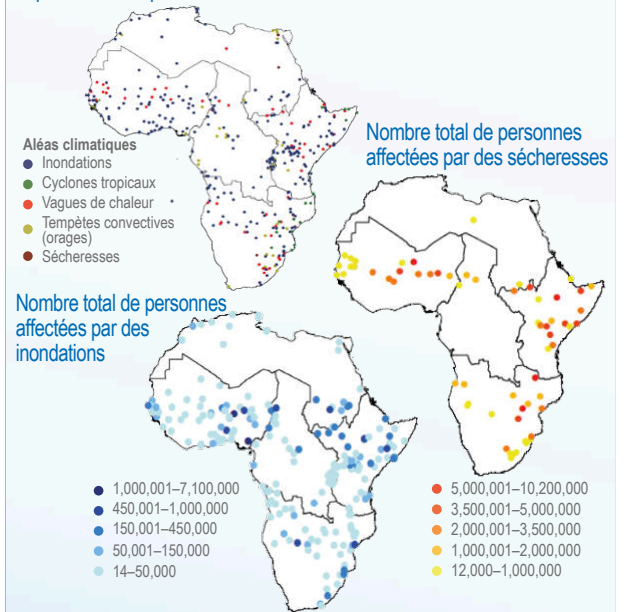


Figure 1 : Entre 2010 et 2020, plus de 166 millions de personnes ont été touchées par les aléas climatiques en Afrique (cela ne signifie pas que ces événements soient entièrement attribués au réchauffement global). Les sécheresses et les inondations sont les dangers climatiques qui ont touché le plus de personnes de manière documentée. Les cyclones tropicaux, tempêtes et vagues de chaleur apparaissent comme ayant touché moins de personnes, mais le rapport note qu'il y a un sous-rapportage des impacts associés aux vagues de chaleur dans ces données (non reprises ici). L'Afrique a déjà été touchée par de nombreuses vagues de chaleur, et celles-ci auront un impact particulièrement important dans le futur avec la poursuite du réchauffement. Source : figure 9.27 (qui comporte aussi d'autres cartes).

Les risques clés en Afrique augmentent avec l'accroissement du réchauffement global

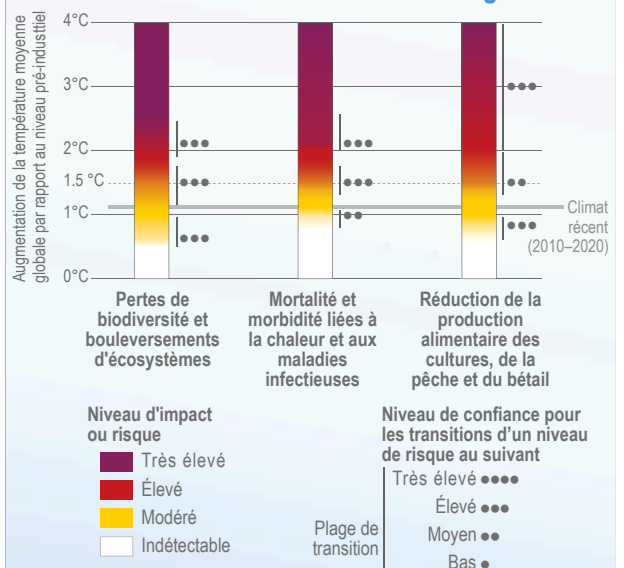


Figure 2 : Augmentation du risque en fonction du niveau de réchauffement planétaire (par rapport à la période 1850-1900). Pour ces trois groupes de risques, le GIEC estime qu'il y a déjà eu des impacts détectables et attribuables aux changements climatiques en Afrique (ce qui est indiqué par le niveau de risque 'modéré') Source et légende complète : figure 9.6. Voir note [3] en page suivante.

■ Niveau de risque très élevé :

Ce niveau de risque signifie notamment que la capacité d'adaptation est limitée. Dès 2°C, le potentiel de pêche baisse de 10 à 30 % pour les espèces marines dans plusieurs régions, et davantage en Afrique de l'Ouest [4]. Au delà de 2°C, 50 % des espèces commerciales d'eau douce sont à risque d'extinction. En Afrique de l'Ouest, la productivité des pâturages serait réduite de 40 %. Le bétail serait de plus en plus souvent soumis au stress thermique. De nombreux pays souffriraient simultanément des impacts négatifs pour les cultures, la pêche et le bétail. Toujours pour un réchauffement supérieur à 2°C, les risques pour les écosystèmes incluent la déstabilisation du puits de carbone naturel des forêts tropicales. Sur plus d'un cinquième de l'Afrique, le risque d'extinction atteindrait 50 % pour les plantes, les vertébrés et les insectes, avec un risque d'extinction totale pour 7 à 18 % des espèces africaines, dont un tiers des poissons d'eau douce. Dans plusieurs régions, l'exposition à la chaleur serait potentiellement létale pendant plus de 100 jours par an (comparativement à moins de 50 jours au début du 20^e siècle en Afrique de l'Ouest [5]), et toucherait des centaines de millions de personnes supplémentaires dans les villes.

↑ (Figure 2, page précédente)

[3] Le rapport ne compare pas explicitement les niveaux de risques entre les régions (à notre connaissance, et sachant qu'il serait difficile d'établir et d'appliquer des critères d'évaluation de manière parfaitement homogène). Cependant, le GIEC note que la pauvreté est un facteur de vulnérabilité, d'une part, et que les écosystèmes sont souvent plus à risques sous les tropiques, d'autre part.

[4] Par rapport à la fin du 20^e siècle, selon notre compréhension (voir section 9.8.5.2).

[5] Pour des informations plus spécifiques, voir notamment la section 9.5.3.1.2. Les conditions climatiques deviennent potentiellement létales en fonction d'un ensemble de paramètres, dont la température, l'humidité, et le vent.

Selon les projections, l'augmentation de la concentration en CO₂ atmosphérique et les changements d'aridité modifieront la répartition géographique des principaux biomes en Afrique

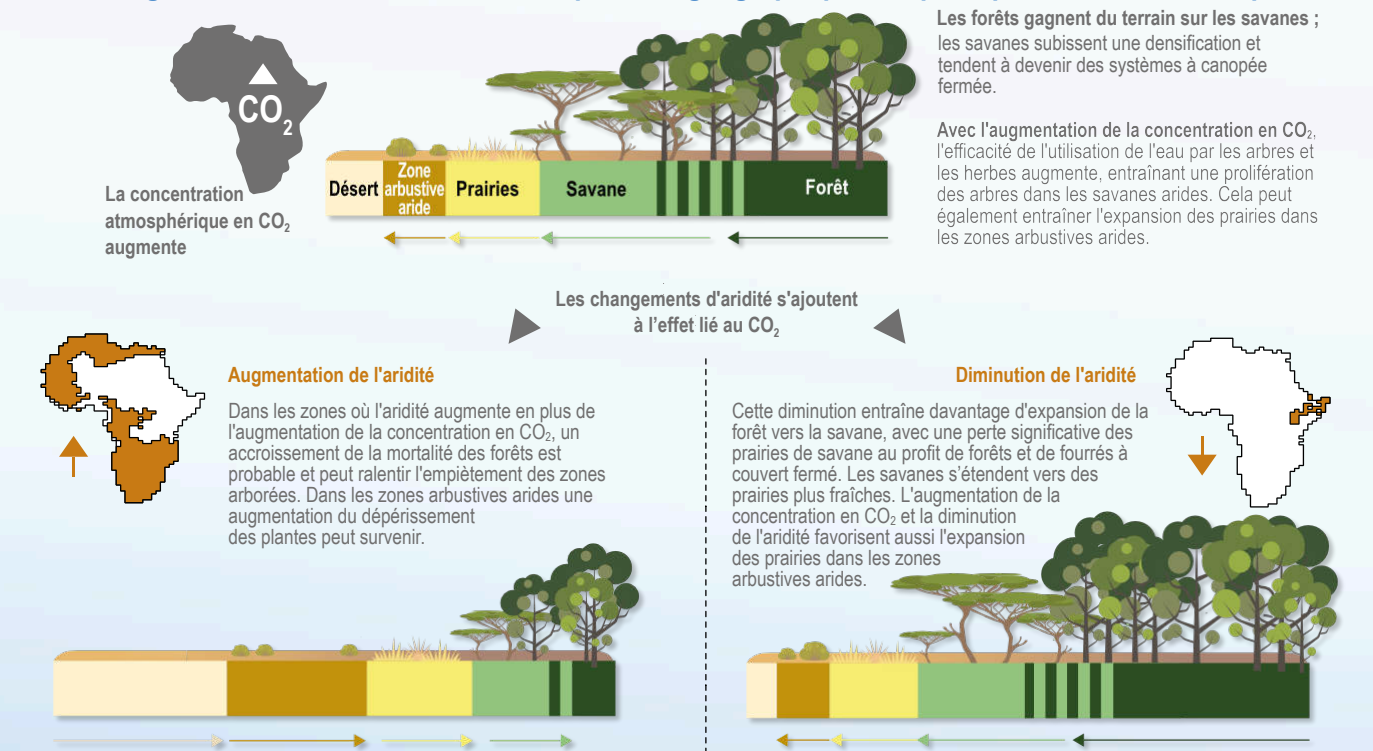


Figure 3 : L'aridité (la faible disponibilité d'eau) est un déterminant important de la répartition des biomes [6], bien que ce ne soit pas le seul. L'accroissement de la concentration en CO₂ atmosphérique et l'évolution de l'aridité devraient modifier la répartition géographique des principaux biomes en Afrique (les flèches colorées sous le schéma indiquent le sens d'évolution en réponse à ces deux facteurs). Les changements pourraient se produire rapidement si des points de basculement sont franchis. Un «verdissement» est déjà observé à grande échelle en Afrique, et il a été au moins en partie attribué à l'augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂. L'augmentation prévue de l'aridité devrait entraîner la désertification de nombreuses régions, mais on ne sait pas encore très bien comment elle interagira avec l'effet de verdissement lié au CO₂. [7]

Planter des arbres n'est pas forcément bénéfique

Sans surprise, le maintien et la restauration des forêts existantes sont bénéfiques pour la biodiversité tout en contribuant à la fois à l'adaptation et à l'atténuation (en évitant des émissions supplémentaires). Cependant, le rapport appelle à la précaution lorsqu'il s'agit de planter des arbres : une zone non boisée n'est pas toujours synonyme d'écosystème dégradé, car cet état peut résulter d'une évolution naturelle en réponse aux « perturbations » telles que les feux et la présence d'herbivores. Lorsqu'elle est appliquée à ces écosystèmes, l'afforestation est nuisible à la biodiversité et aux services écosystémiques. De plus, il y a des incertitudes quant à l'évolution de la quantité de carbone stockée dans les sols et l'effet des feux et sécheresses. En conséquence, il est possible que les zones plantées d'arbres stockent moins de carbone que les écosystèmes qu'elles remplacent. Ce boisement a d'autres impacts négatifs, dont la réduction du fourrage disponible pour le bétail [8].

↑
[6] Un biome est une grande zone généralement définies par le type de vie végétale qu'elle abrite en réponse aux régimes moyens de précipitations et de températures (cette définition vient de l'IPBES, la plateforme intergouvernementale consacrée à la biodiversité [ipbes.net] et est reprise par le GIEC).

[7] Les cartes de l'indice d'aridité montrent l'évolution prévue de l'aridité (calculée en fonction des précipitations annuelles et de l'évapotranspiration potentielle annuelle) pour un réchauffement climatique d'environ 4°C par rapport à 1850-1900. Les zones colorées en brun indiquent les régions où >75% des modèles s'accordent sur la direction du changement. Source et informations complémentaires : figure 9.18.

← [8] Encadré 9.3, consacré à la plantation d'arbres.

Potentiel d'adaptation

Les auteurs ont estimé qu'au-delà du niveau de réchauffement actuel, l'efficacité des mesures d'adaptation sera significativement réduite. En particulier, les pertes de rendement des cultures augmenteront rapidement au-delà de 2 °C, même avec de l'adaptation [9].

[9] Pour plus d'information, voir notamment la question fréquente FAQ9.2, relative aux effets bénéfiques et aux limites de l'adaptation en Afrique (disponible en anglais uniquement).

Protéger les écosystèmes

La migration d'espèces peut partiellement compenser les extinctions locales, voire mener à des gains. Cependant, dans certaines régions chaudes, il n'existe pas d'espèces adaptées à un climat plus chaud qui pourraient migrer. À 1,5 °C de réchauffement moyen, les pertes nettes sont beaucoup plus fréquentes (46 % des territoires en ce qui concerne la richesse en espèces de vertébrés terrestres) que les gains (15 % des territoires). La capacité d'adaptation des écosystèmes est limitée par des facteurs tels que la tolérance à la chaleur et la disponibilité de terres [10].

[10] L'adaptation est abordée plus en détail dans l'article consacré à la biodiversité en Europe, à paraître. Ce paragraphe tient notamment compte de la section 9.6.2.2.

Le rapport mentionne diverses **mesures d'adaptation basées sur les écosystèmes**, avec des co-bénéfices environnementaux, sociaux et économiques. Parmi celles-ci, la restauration et la conservation de forêts et zones humides ont des impacts positifs au moins en partie communs à d'autres continents : réduire le risque d'inondations, faciliter la migration d'espèces... d'autres sont probablement plus spécifiques : maintenir la diversité de plantes médicinales et fournir des opportunités de diversification des moyens d'existence [11]. Beaucoup de mesures d'adaptation basées sur la nature seraient cependant moins efficaces, voire ne seraient plus efficaces, au-delà de 1,5 °C [12].

[11] Voir notamment la section 9.6.4, et particulièrement la section 9.6.4.1.

[12] Question fréquente FAQ9.2.

Faciliter l'adaptation et l'intégrer dans le contexte socio-économique

Des facteurs **techniques, institutionnels et financiers** constituent **des obstacles majeurs** à la faisabilité de l'adaptation en Afrique. **L'assurance** contre les risques climatiques a un potentiel important, mais elle est contrainte par la difficulté d'en supporter le coût ainsi que le manque d'information et de diversité de produits [13].

[13] Cette partie du texte représente principalement notre compréhension du résumé exécutif du chapitre 9, page 1293.

Les **scénarios de développement durable et inclusif** montrent qu'il est possible de réduire les impacts des changements climatiques sur l'extrême pauvreté, la santé, et les moyens d'existence, à l'horizon 2030. En particulier, des mesures **tenant compte du genre et fondées sur l'équité** peuvent réduire la vulnérabilité des groupes marginalisés, notamment en lien avec l'eau et la nourriture. **Les programmes de protection sociale**, notamment en matière de revenus et de soins, peuvent augmenter la résilience, en particulier s'ils tiennent compte de l'adaptation. **Les systèmes de connaissance indigènes** africains sont particulièrement riches en informations relatives à la gestion de la variabilité climatique qu'il est utile d'intégrer comme base de l'adaptation.

La **construction d'infrastructures qui tiennent compte des risques** réduirait les impacts. Cela demande une démarche proactive peu observée jusqu'à présent dans les villes africaines.

Sécuriser l'eau

Des mesures telles que la surveillance de l'utilisation des eaux souterraines, les moyens sanitaires tels que les toilettes sans eau, la collecte des eaux de pluie et la réutilisation de l'eau contribuent à réduire les risques pour la santé et l'alimentation. Une **approche intégrée de la gestion de l'eau apparaît nécessaire, mais elle est encore peu appliquée**, notamment dans les régions arides [14]. Le développement des capacités institutionnelles à gérer des systèmes complexes d'approvisionnement en eau dans un contexte d'augmentation rapide de la demande et de stress lié au changement climatique est essentiel pour assurer la sécurité de l'eau dans les villes africaines. Il est également important de tenir compte des **liens entre eau, énergie, et alimentation**, notamment en ce qui concerne l'usage pour l'hydro-électricité et l'agriculture [15]. La réponse à ces défis est plus efficace lorsqu'elle inclut une multiplicité d'acteurs et d'actrices, dont les organisations locales.

[14] Pour plus d'information, voir section 9.7.3.

[15] Voir encadré 9.5 (*Water-food-energy nexus*). Les auteurs expliquent aussi que les incertitudes au sujet de l'évolution future des précipitations représentent un risque pour les projets de construction de grands barrages.

Assurer l'alimentation

La **diversification de l'agriculture et des moyens de subsistance, l'agroécologie, l'agriculture de conservation, l'aquaculture et l'agroforesterie** sont parmi les moyens d'accroître la résilience et la durabilité des systèmes alimentaires en Afrique. Cependant, les réponses visent souvent à faire face aux chocs dans le court terme. Au delà, pour faciliter des **approches transformatrices**, de l'aide peut être apportée par le développement des services d'information climatique et des capacités institutionnelles, la sécurisation des droits fonciers, et l'investissement financier stratégique [16].

[16] Pour plus d'informations, voir notamment les sections 9.8.3 et 9.8.4. Le rapport mentionne aussi nécessité d'approfondir les recherches sur l'adaptation dans l'agriculture.

Migrer ?

La migration humaine peut être une stratégie d'adaptation efficace notamment pour répondre aux besoins d'eau, de nourriture et de moyens de subsistance, et ce d'autant plus que les personnes se déplacent volontairement, avec une liberté de mouvement. Cependant, elle peut aussi constituer une forme de « maladaptation » lorsqu'elle augmente la vulnérabilité. En particulier, la migration des hommes hors des zones rurales peut aggraver la charge de travail subie par les femmes [17].

[17] Chapitre 9, page 1293. Voir aussi l'encadré 9.8, consacré aux migrations. La migration a principalement lieu à l'intérieur des pays ou entre pays voisins.

> Agenda

Echéances relatives aux travaux du GIEC

21 novembre 2022 au 15 janvier 2023	Relecture de la 2^e ébauche du Rapport de synthèse et de son résumé pour les décideurs , ouverte uniquement aux gouvernements.
Mars 2023	Plénière d'approbation du Rapport de synthèse du sixième rapport d'évaluation (initialement prévue en 2022).

Conférence des Nations-Unies sur la biodiversité (COP 15)

La 2^e partie de la 15^e conférence des parties à la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique aura lieu du 7 au 19 décembre à Montréal (Canada). Des informations sont disponibles sur cbd.int/meetings/COP-15. Le site de la convention propose une page consacrée aux liens avec le climat : cbd.int/climate/

Conférences

24 novembre, 19h Bruxelles (Bozar) Tout public	COP-27 : Comment garder la tête hors de l'eau ? Conférence sur les résultats de la COP27, en particulier en ce qui concerne le dédommagement des victimes climatiques. Avec Anna Paeshuyse (Conseil flamand de la jeunesse), Jean-Pascal van Ypersele (UCLouvain), Aissatou Diouf (CAN Afrique de l'Ouest), Elizabeth Wathuti (Fondation Wangari Maathai - Kenya) et Zakia Khattabi (ministre fédérale du Climat). Inscription gratuite mais demandée (dernière places) : tinyurl.com/4evmnuvj
25 novembre, 19h, Bruxelles (ULB) Tout public	COP 27, que du « blabla » ? Soirée-débat avec Romain Weikmans et Adel El Gammal (ULB). Lieu : Campus de l'ULB - Solbosch (Ixelles), auditoire Pierre DRION (R42.5.503). Participation gratuite mais inscription demandée : tinyurl.com/cop27-ulb
24 Novembre (16h15 à 18h) et 25 Novembre (9h à 17h30) Chercheur-s-es	Conférence on interdisciplinary and transdisciplinary research for sustainable development À l'UCLouvain, dans le cadre de l'alliance d'Universités européennes Circle U. Exposés d'ouverture : Prof. Alexandra Lux et Prof. Flurina Schneider (Institute for Social-Ecological Research, Allemagne). Programme et inscription (gratuite mais obligatoire) : https://tinyurl.com/circ-transi
13 décembre, de 14 à 17h, en ligne Tout public	La génétique évolutive au service de la gestion et de la conservation des forêts Potentiel de mécanismes génétiques d'hybridation, introduction d'espèces... quels bénéfices et quels risques ? Conférence en ligne organisée par Aforce, un réseau français pour l'adaptation des forêts aux changements climatiques : tinyurl.com/gene-for
26 janvier 2023, de 17h à 18h30, en ligne Tout public	Défier le temps pour le climat Conférence de Jean-Louis Tison (ULB), organisée dans le cadre du Forum des Savoirs des Amis de l'Université de Liège. L'exposé abordera le nouveau projet européen « Beyond Epica – Oldest ice Core », qui vise à découvrir des glaces vieilles de plus d'un million d'années, pour comprendre un changement majeur dans les cycles climatiques naturels (le passage de cycles d'environ 40 000 ans à environ 100 000 ans). Informations et lien d'accès : news.uliege.be/cms/c_16630666/fr/defier-le-temps-pour-le-climat
2 février 2023, de 17h à 18h30, en ligne Tout public	Génétique et changement climatique Conférence de Frédéric Farnir (Uliège), organisée dans le cadre du Forum des Savoirs des Amis de l'Université de Liège. L'exposé abordera la recherche dans le domaine de la génétique des productions animales et végétales pour faire face aux défis posés par les changements climatiques. Informations et lien d'accès : news.uliege.be/cms/c_16630664/fr/genetique-et-changement-climatique

Enquête publique

Du 2 novembre 2022 au 2 mai 2023 Tout public	Enquête publique sur les 3^e plans de gestion des districts hydrographiques wallons En application de la Directive-cadre européenne sur l'eau, les citoyens et les acteurs qui sont parties prenantes dans la gestion de l'eau en Wallonie sont invités à donner leur avis sur les projets de 3 ^e Plans de gestion établis en vue de protéger les rivières, les fleuves et les eaux souterraines de Wallonie. Accès à l'enquête : wallonie.be/fr/actualites/enquete-publique-sur-les-3e-plans-de-gestion-des-districts-hydrographiques-wallons
---	---

Impacts et adaptation aux changements climatiques en Wallonie

À la demande du Gouvernement Wallon, la Plateforme a réalisé une synthèse des études en matière d'impacts et d'adaptation en Wallonie. Ce travail fait le point en vue d'un appel d'offres pour la réalisation d'une nouvelle étude qui devra compléter les connaissances et les mettre à jour.

Cette synthèse a été réalisée au début de l'année 2022 et est disponible sur notre site : plateforme-wallonne-giec.be/adaptation

Missions de la Plateforme wallonne pour le GIEC

Objectifs

La "Plateforme wallonne pour le GIEC" a été instaurée par le Gouvernement wallon en 2016. Ces principaux objectifs sont :

- de faciliter la participation des scientifiques wallons et francophones de Belgique aux activités du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat)
- de contribuer à la diffusion des évaluations réalisées par celui-ci auprès des différents décideurs et acteurs, y compris les citoyens.

Ces missions contribuent à aider la Wallonie à s'engager dans les politiques climatiques ambitieuses que requiert notamment l'Accord de Paris (2015). En 2019, la Région wallonne a renouvelé son soutien à la Plateforme en établissant une nouvelle convention-cadre qui lui a ajouté des missions, principalement en matière d'adaptation.

La plateforme est hébergée par l'Université catholique de Louvain .

Tâches générales en lien avec les travaux du GIEC

Les principales missions en lien avec les travaux du GIEC consistent à

- informer les preneurs de décision via différents canaux (Lettre d'information, réponses à des demandes d'information, participation à des conférences)
- faciliter le travail de relecture des rapports du GIEC par des experts wallons et tenir à jour un registre d'experts : voir plateforme-wallonne-giec.be
- participer à la valorisation et à la représentation à l'étranger des activités scientifiques liées au travail de la Plateforme
- contribuer, sur demande, aux travaux du comité des experts du décret climat.
- effectuer une veille scientifique générale sur tous les aspects des changements climatiques, en lien avec les missions qui précèdent

Impacts et adaptation en Wallonie

Depuis 2019, la Plateforme est chargée de missions relatives aux impacts et à l'adaptation en Région wallonne :

- assurer une veille scientifique ciblée sur l'adaptation et les impacts des changements climatiques en Wallonie dans les différents secteurs
- développer une base de connaissances ainsi qu'une liste d'indicateurs d'impacts
- contribuer à faciliter l'intégration de l'adaptation dans les différentes politiques régionales (forêt, agriculture, gestion de l'eau, santé, ...)

Toutes nos Lettres sont disponibles sur le site de la Plateforme :



plateforme-wallonne-giec.be

Pour télécharger les Lettres précédentes et d'autres informations liées à la Plateforme ou au GIEC : plateforme-wallonne-giec.be
Inscription pour recevoir gratuitement les futures Lettres : lettre@plateforme-wallonne-giec.be avec le sujet « abonnement »

Ce document peut être reproduit, y compris sous forme adaptée, à condition de respecter les droits de reproduction propres aux sources citées dans cette Lettre, quand il y a lieu, et d'indiquer le site plateforme-wallonne-giec.be ainsi que le nom des auteur-e-s du contenu reproduit.

Corrections : ce document a fait l'objet de 3 corrections typographiques mineures après la distribution initiale du 23 novembre.

Impression : flyer.be, Korte Gotevlietstraat 9, 8000 Bruges ou Unifcopy, Traverse d'Esopo 2, 1348 Louvain-la-Neuve.

Editeur responsable : Pr Jean-Pascal van Ypersele, UCLouvain, Place Louis Pasteur 3, bte L4.03.08, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.