

FORÊT • NATURE



Tiré à part du Forêt.Nature n° 169, p. 32-39

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES EN BELGIQUE : VERS DES ÉTÉS DE PLUS EN PLUS SECS ET CHAUDS

Xavier Fettweis (ULiège)



Les changements climatiques en Belgique : vers des étés de plus en plus secs et chauds

Xavier Fettweis

ULiège

Au vu des modifications de température et de précipitations prévues d'ici 2100, nos écosystèmes n'auront d'autres choix que de s'adapter ou de migrer. Les mesures d'adaptation devront en outre faire face à un climat qui continuera à évoluer dans les prochaines décennies.



En cet été 2023, les records de températures se multiplient un peu partout dans le monde, y compris à l'échelle mondiale (figure 1). Des températures de presque 50 °C ont été enregistrées dans plusieurs pays méditerranéens où l'on ne compte plus le nombre de feux de forêts ou d'inondations à la fin de l'été. Les océans, jusqu'à maintenant peu impactés par le réchauffement climatique, n'ont jamais été aussi chauds. Le réchauffement climatique n'épargne pas non plus les régions polaires où l'on observe actuellement le minimum absolu d'étendue de glace de mer en Antarctique alors que la calotte du Groenland a vécu un de ses mois de juillet les plus chauds. Bref, ce n'est plus un secret pour personne que le climat est en train de se réchauffer et, comme nous le verrons plus bas, il n'y a maintenant plus aucun doute que ces anomalies climatiques sont dues aux activités humaines, car naturellement on irait plutôt vers une glaciation d'ici 100 000 ans.

Est-ce surprenant ? Non. Déjà en 1988, c'est-à-dire avant la création du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), un des premiers rassemblements mondiaux discutant de l'évolution du climat concluait à Toronto : « L'humanité se livre sans frein à une expérience qui touche l'ensemble du Globe et dont les conséquences définitives ne seraient dépassées que par celles d'une guerre nucléaire mondiale. » À cette époque, même si l'on ne pouvait pas encore percevoir que le climat était en train de se réchauffer, les premiers modèles suggéraient déjà que les activités humaines allaient impacter significativement notre climat. Depuis, les faits ont rattrapé la fiction. Mais avant de pointer les activités humaines comme seules responsables de ces changements, il est bon de se rappeler pourquoi le climat varie naturellement.

Si le climat a varié naturellement ce dernier million d'années, c'est essentiellement parce que la position de la terre par rapport au soleil varie lentement, im-

pliant l'ensoleillement reçu, à cause de trois oscillations (qu'on appelle paramètres orbitaux) :

- L'excentricité (variant avec une période de 100 000 ans) impacte la forme (cercle ou ellipse) de l'orbite terrestre autour du soleil et donc la distance terre-soleil.
- L'inclinaison (variant avec une période de 40 000 ans typiquement) impacte l'angle (variant entre 21,9° et 24,5°) entre l'axe de rotation de la terre et la verticale. Plus la terre est inclinée, plus la saisonnalité (contraste hiver-été) est importante.
- La précession (variant avec une période de 20 000 ans typiquement) impacte la position de l'été sur l'orbite terrestre. Actuellement le solstice d'hiver a lieu à proximité du périhélie c'est-à-dire quand la terre est au plus proche du soleil.

En fonction des variations de ces trois paramètres impactant l'ensoleillement reçu sur terre, on aura alors des conditions favorables aux glaciations (c'est-à-dire des étés froids dans l'hémisphère Nord) ou des périodes interglaciaires comme actuellement. La dernière glaciation a eu lieu il y a 20 000 ans où la température globale sur terre était de 5 °C inférieure à maintenant. À cette époque, l'Angleterre et la Scandinavie étaient sous la glace. Sans l'intervention humaine, on retournerait lentement vers une glaciation modérée d'ici 100 000 ans. Malheureusement, les activités humaines sont en train d'impacter significativement le climat à tel point que la température globale pourrait augmenter de 5 °C d'ici 2100 par rapport à 1850. En 2023-2024, la hausse de température globale observée s'approchera déjà de 1,5 °C.

La terre reçoit l'énergie du soleil pendant la journée et la réémet la nuit sous forme infrarouge (ce type de rayonnement invisible est par exemple aussi émis par un radiateur). Cependant, la terre réémet typiquement deux fois plus d'énergie que le rayonnement solaire absorbé pendant la journée, et elle serait donc en déséquilibre énergétique sans les gaz à effet de serre (dont la vapeur d'eau est le gaz dominant) qui captent cette énergie infrarouge émise par la terre et la réémettent vers la surface. Sans eau dans l'atmosphère, la température sur terre serait de -18 °C (à la place de +15 °C) et la vie sur terre aurait été impossible. Les activités humaines, via la combustion des énergies fossiles, sont en train de perturber cet équilibre énergétique naturel et renforcer la réémission vers la surface de l'infrarouge émis par la terre. Bien que sa concentration dans l'atmosphère soit dix à cent fois inférieure à celle de l'eau, le CO₂ capte des longueurs d'ondes non influencées par l'eau qui absorbe déjà presque à 100 % certaines longueurs d'onde (sauf dans les régions polaires). Ce qui veut dire que rajouter de l'eau dans l'atmosphère n'impacte quasiment plus l'effet de serre dans les basses et moyennes latitudes. Depuis 1850, la concentration des gaz à ef-

RÉSUMÉ

À cause des activités humaines, on pourrait gagner en Belgique près de 4 °C en 2100 par rapport à 1981-2010 et c'est surtout en été et en Ardenne que la hausse des températures sera la plus importante. Il faudra aussi faire face à de plus en plus de sécheresses en été, entrecoupées de quelques événements pluvieux intenses comme celui de juillet 2021. L'eau manquera donc en été, ce qui impactera durablement nos forêts (qui devront s'adapter) ainsi que des écosystèmes uniques comme ceux que l'on retrouve dans les Hautes Fagnes, qui ne seront plus en équilibre avec notre climat futur.

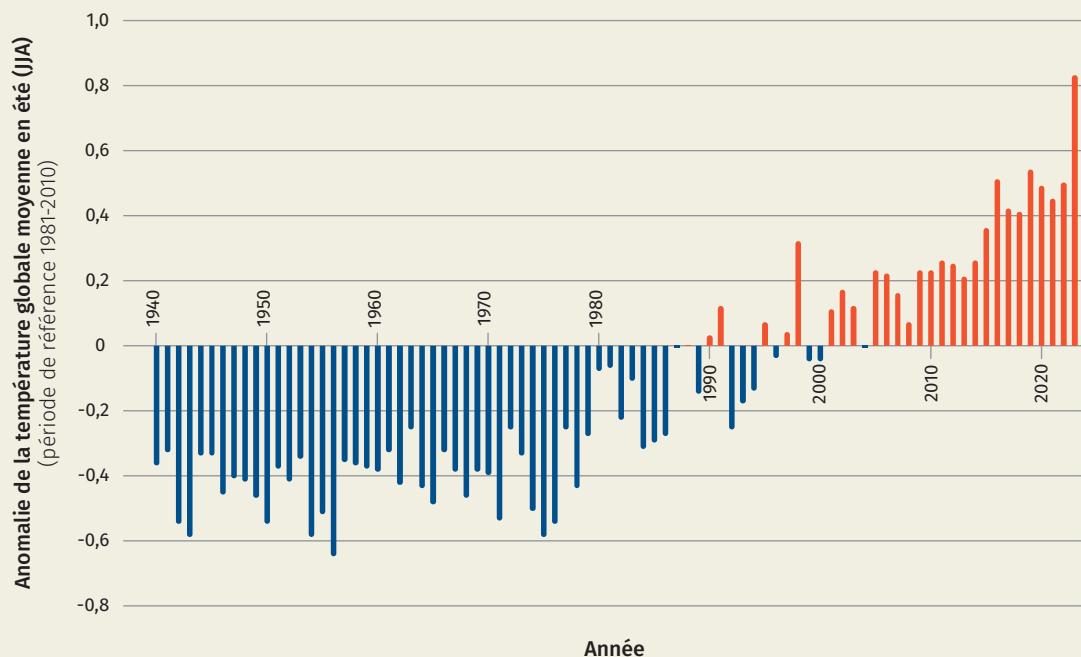


Figure 1. Évolution de la température globale moyenne en été (JJA) depuis 1940 estimée sur base des réanalyses ERA5 (période de référence : 1981-2010) (source : cds.climate.copernicus.eu).

fet de serre a augmenté de près de 50 % à cause des activités humaines et il n'y a plus aucun doute que cette augmentation explique la hausse des températures observée. Au début des années 2000, le GIEC restait encore prudent sur le lien entre activités humaines et hausse des températures car seuls les modèles suggéraient une hausse des températures qui n'était pas observée. Depuis lors, les changements climatiques se multiplient (hausse du niveau des mers, retrait des glaciers, fonte des calottes polaires, augmentation du nombre et intensité des canicules...) et si on veut reproduire avec les modèles du climat ce qui est observé, on est obligé de tenir compte de l'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre liée aux activités humaines. Cela a permis au GIEC de conclure sans équivoque dans son dernier rapport (2021) que seules les activités humaines peuvent expliquer le réchauffement climatique observé. Bref, il n'y a plus lieu aujourd'hui d'être climato-sceptique même s'il y a 20 ou 30 ans, une telle position restait défendable.

Et en Belgique, qu'en est-il ?

Sur la période 2011-2022, on a gagné près de 1 °C par rapport à la période 1981-2010 (ou +2 °C par rapport à 1850) et ce, en particulier, en Ardenne et en été (figure 2). Les précipitations annuelles ont peu changé, par contre les chutes de neige ont déjà di-

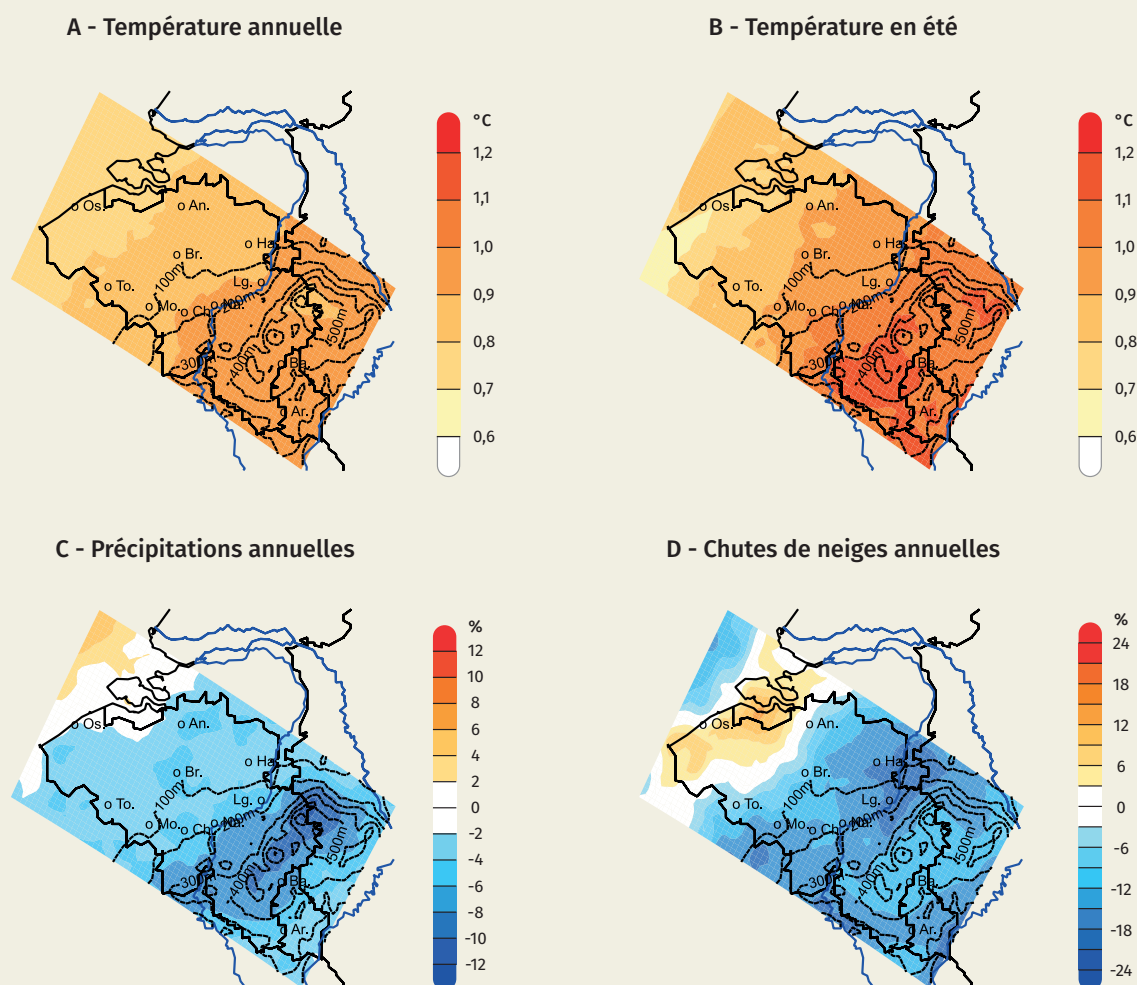
minué de près de 25 % en moyenne sur la dernière décennie. Malheureusement, cette tendance ne va pas s'inverser dans les prochaines années. Même si à la suite des Accords de Paris (COP21 en 2015) on aurait pu espérer limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C en 2100 par rapport à 1850 (scénario SSP126 du GIEC), on est malheureusement aujourd'hui loin de cet objectif avec les engagements réellement pris jusqu'ici (COP27 en 2022). Le scénario le plus probable actuellement est une hausse de la température globale d'environ 3,5 °C en 2100 par rapport à 1850, ce qui correspond au deuxième moins « pire » scénario du GIEC (scénario SSP370). Pour réaliser ces projections futures, le GIEC utilise une trentaine de modèles globaux du climat dont la résolution spatiale est typiquement de 100 km. À une telle résolution, l'Ardenne culmine toutefois à 250 mètres d'altitude et la Belgique se résume à quelques pixels de ces modèles. C'est pourquoi, à l'aide du modèle régional du climat MAR (pour Modèle Atmosphérique Régional) développé à l'ULiège, nous avons décidé de zoomer ces scénarios à 5 km de résolution afin de pouvoir évaluer régionalement quel serait le climat futur en Belgique selon le scénario SSP370 (figure 3). Pour ce faire, nous avons forcé notre modèle MAR par trois modèles globaux dits « optimistes ». Chaque modèle a une sensibilité climatique différente à une hausse de la concentration de CO₂ pour un scénario climatique donné. Dans son dernier rapport (2021), le GIEC a privilégié les modèles du climat suggérant une hausse

de la température globale de 3 °C pour un doublement de la concentration de CO₂ par rapport à 1850. Ce sont ces modèles que nous avons aussi privilégié ici pour forcer MAR. Mais comme nous allons le voir, les changements climatiques observés récemment en Europe sont 10 à 20 ans en avance par rapport aux modèles d'une sensibilité climatique de +3 °C suggérant que les projections futures présentées ci-après sont très probablement la fourchette basse de ce qui pourrait nous attendre (tableau 1).

En Belgique, la hausse des températures sera tout d'abord plus marquée en Ardenne qu'en Flandre, où la Mer du Nord (qui met beaucoup plus de temps à se réchauffer que l'atmosphère) va dans un premier temps atténuer le réchauffement climatique (figure 4). En hiver ce sont surtout les nuits qui vont devenir moins froides, et en été ce sont surtout les

maximums de température qui vont s'envoler. Alors que la température annuelle augmenterait de près de 3 °C en moyenne en Wallonie (sur la période 2080-2100 par rapport à 1981-2010), la hausse atteindrait 4 °C en été en Ardenne. En moyenne sur la période 1981-2010, aucun jour ne dépassait la température maximale (Tmax) de 35 °C, les nuits tropicales (Tmin > 20 °C) se limitait à quelques jours par été et on avait en moyenne environ 30 nuits avec des températures minimales descendant en dessous de 0 °C (pour 60 nuits en Haute Ardenne). En 2080, on aurait en moyenne 10 jours d'été où la Tmax dépassera 35 °C, entre 20 et 30 nuits tropicales chaque été (en particulier dans les grandes villes) et quasiment plus de gelées nocturnes en Basse Belgique (figure 5). En Haute Ardenne, le nombre de jours d'hiver (Tmax < 0 °C) se compterait sur les doigts de la main. À l'échelle annuelle, la quantité de précipitations changerait peu,

Figure 2. Anomalies climatiques observées en Belgique en 2011-2022 par rapport à 1981-2010 : (A) température annuelle, (B) température en été (juin-juillet-août), (C) précipitation annuelles (en % par rapport à la moyenne 1981-2010) et (D) chutes de neiges annuelles (en % par rapport à la moyenne 1981-2010).



Données : modèle régional du climat MAR forcé par les réanalyses ERA5 dans lesquelles on a assimilés toutes les 6 heures les observations météo et données satellites disponibles

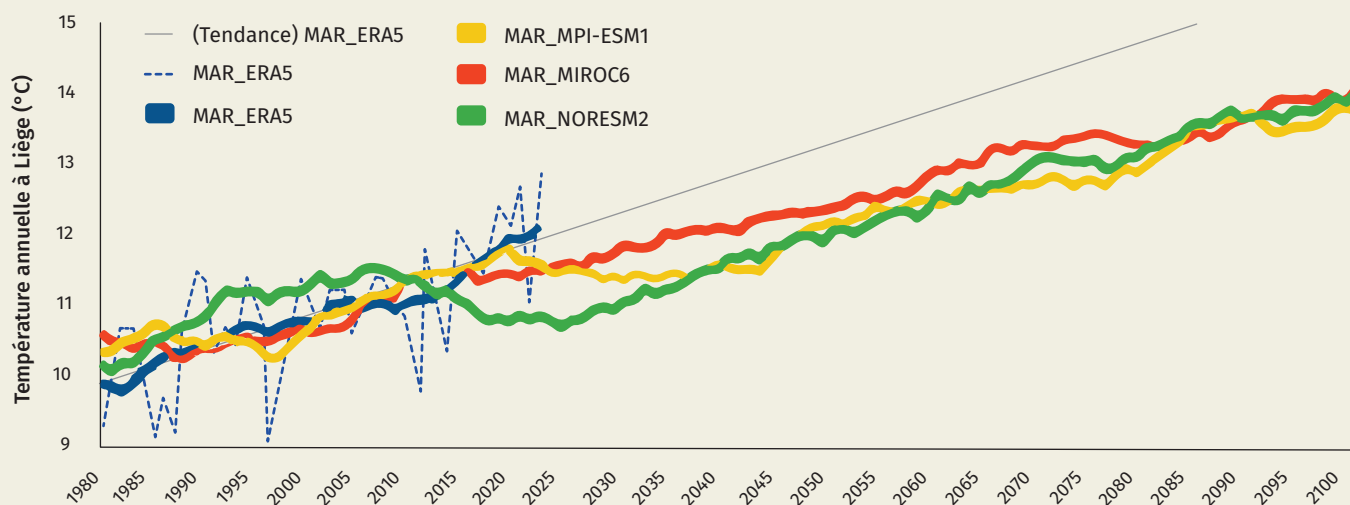


Figure 3. Évolution de la température annuelle à Liège simulée par MAR forcé par les réanalyses ERA5 et par trois modèles globaux du GIEC en utilisant le scénario SSP370. Une moyenne glissante de 10 ans a été appliquée aux quatre séries temporelles.

Tableau 1. Statistiques observées (basées sur MAR forcé par les réanalyses ERA5) et projetées (basées sur MAR forcé par trois modèles globaux) pour différentes périodes selon le scénario SSP370 pour le pixel MAR le plus proche de Liège et du Mont-Rigi.

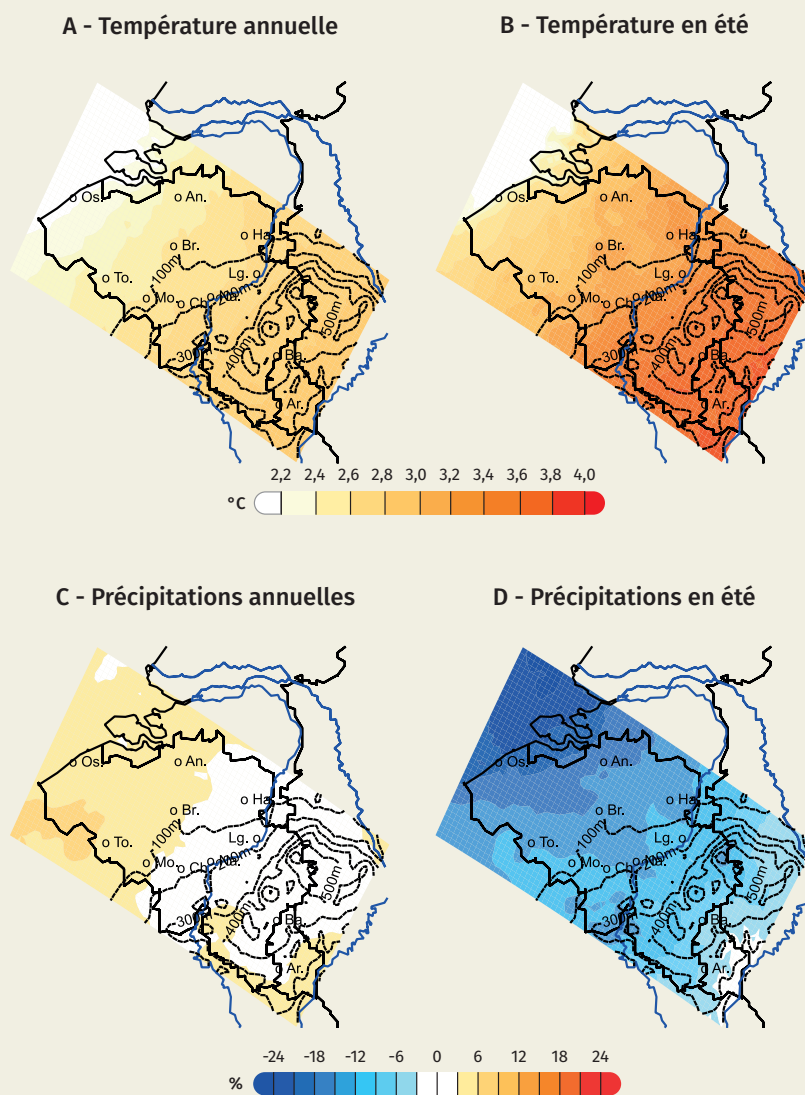
	Liège (100 m d'altitude)							Mont-Rigi (660 m d'altitude)						
	Observé		Projeté SSP370					Observé		Projeté SSP370				
	1981-2010	2011-2022	2010-2030	2020-2040	2040-2060	2060-2080	2080-2100	1981-2010	2011-2022	2010-2030	2020-2040	2040-2060	2060-2080	2080-2100
Température moyenne (°C)	10,3	11,4	10,7	10,8	11,6	12,3	12,9	6,9	7,9	7,4	7,5	8,3	9,0	9,7
Température en été (°C)	18,0	19,0	18,6	18,6	19,6	20,4	21,1	14,3	15,4	15,0	15,2	16,2	17,0	17,8
Nbr jrs avec Tmax > 30 °C	7	10	10	10	17	21	26	0	1	1	1	3	5	7
Nbr jrs avec Tmax > 35 °C	0	1	1	1	3	4	6	0	0	0	0	0	0	1
Nbr jrs avec Tmax > 40 °C	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Nbr jrs avec Tmin > 20 °C	3	6	4	4	8	11	17	0	2	1	1	4	6	8
Nbr jrs avec Tmin < 0 °C	44	28	40	39	32	26	5	91	76	85	84	73	61	21
Nbr jrs avec Tmax < 0 °C	13	7	10	10	7	15	4	39	26	36	36	28	15	17
Précip. annuelle (mm)	834	777	878	866	872	872	862	1510	1339	1561	1553	1546	1537	1529
Précip. en été (mm)	288	285	293	278	270	249	256	419	374	426	406	393	360	370
Chute de neige (mm)	68	54	66	64	52	43	37	245	210	236	241	193	149	125
Nbr jrs avec 1 cm de neige	5	3	4	4	2	1	1	43	32	40	41	30	21	15
Nbr jrs avec 10 cm de neige	0	0	0	0	0	0	0	11	8	8	9	3	2	2
Ensoleillement en été (%)	100	103	100	101	105	107	106	100	104	100	101	106	108	108

mais les précipitations diminueront significativement en été alors que seuls les hauts sommets de l'Ardenne verront encore un peu de neige à la fin de ce siècle (tableau 1). Même si les changements de précipitations resteront faibles, la quantité d'eau utilisable par la végétation va significativement diminuer à cause de l'augmentation de l'évapo(transpi)ration (figure 6). Si à l'époque actuelle (1981-2010), le bilan hydrique sur les 3 mois d'été (juin-juillet-août) est proche de zéro au sud de l'Ardenne, il deviendra presque partout négatif dans les décennies à venir. À l'échelle annuelle, ce bilan diminuerait partout (en particulier dans les Hautes Fagnes) mais restera positif. Enfin, pour ce qui est des énergies renouvelables, les étés deviendront de plus en plus secs et ensoleillés, ce qui favorisera les panneaux solaires. Cette diminution de la nébulosité explique d'ailleurs pourquoi l'augmentation de température sera plus importante en été qu'en hiver. Par contre, la vitesse du vent dominant devrait diminuer en même temps que le moteur de la dynamique atmosphérique, à savoir le contraste thermique pôles-équateur, car les pôles se réchauffent quatre fois plus vite que l'équateur.

Phénomènes extrêmes

Après les inondations de juillet 2021, il est légitime de se poser la question de savoir si cet événement est dû au réchauffement climatique et s'il pourrait se répéter. Pour répondre à ces questions, nous fait forcer notre modèle du climat MAR avec des observations depuis 1950 et avec plusieurs scénarios futurs du GIEC. Tout d'abord, en comparant le maximum de précipitations sur 3 jours observé dans la Vallée de la Vesdre depuis 1950, trois événements ressortent : 7-9 octobre 1982, 12-14 septembre 1998 et 13-15 juillet 2021. En 1982 et 1998 la Vallée de la Vesdre avait déjà été inondée. Toutefois, la quantité de précipitations tombée en moyenne sur la vallée en juillet 2021 (160 mm sur 3 jours) surpasse largement la quantité tombée en 1982 (105 mm/3jrs) et 1998 (115 mm/3jours), ce qui explique le caractère exceptionnel de l'événement de juillet 2021. Dans les projections futures, on constate tout d'abord que ce genre d'événement n'est pas présent dans les simu-

Figure 4. Anomalies climatiques simulée en 2080-2100 par rapport à 1981-2010 : (A) température annuelle, (B) température en été (juin-juillet-août), (C) précipitation annuelles (en % par rapport à la moyenne 1981-2010) et (D) précipitations en été (juin-juillet-août) (en % par rapport à la moyenne 1981-2010).



Données : modèle régional du climat MAR forcé par trois modèles globaux (MIROC6, MPI-ESM1, NorESM2) selon le scénario SSP370).

lations MAR forcées par les scénarios du GIEC avant 2020. Ce qui signifie que sans les changements climatiques liés aux activités humaines, un événement d'une telle intensité aurait été quasi impossible. Après 2020, le modèle suggère malheureusement que cet événement pourrait se répéter deux à trois fois d'ici 2050. Après 2050, si on limite le réchauffement global à 1,5 °C, le climat de la Belgique serait alors très favorable à ce genre d'événement qui pourrait devenir récurrent (tous les 10 à 20 ans). Si en revanche le climat continue à se réchauffer, les étés deviendraient trop chauds et secs pour pouvoir encore générer de tels événements.

Le problème deviendrait alors plutôt les sécheresses et les canicules qui favorisent les feux de forêts. Pour ce qui est des autres événements extrêmes locaux comme les orages, tornades, rafales de vent... il reste encore beaucoup d'incertitudes car les modèles du climat ne sont pas encore capables de les représenter explicitement. La hausse des températures augmenterait l'intensité de ces événements locaux car il y aurait plus d'énergie pour les alimenter mais les connaissances actuelles ne suggèrent pour le moment pas de changement dans leurs fréquences. Toutefois, une chose est sûre, avec l'augmentation du bâti et des surfaces imperméables, un même événement du passé fera plus de dégâts qu'auparavant.

Adaptation et migration

Pour rester en équilibre avec un climat qui leur est favorable, les écosystèmes devront soit s'adapter, soit migrer en montant en altitude ou en latitude pour retrouver un climat plus froid. Un exemple d'écosystème qui ne pourra monter ni en altitude ni en latitude est celui qu'on retrouve dans nos Hautes Fagnes qui a besoin d'un climat froid et humide. Or c'est dans cette région que la diminution du bilan hydrique serait la plus marquée en Belgique (figure 6). Les Hautes Fagnes risquent donc à terme de s'assécher en surface, en particulier en été, ce qui pourrait tarir la formation de tourbières par décomposition de la sphaigne qui a besoin d'être baignée dans l'eau en permanence. Or les tourbières (acidifiant le sol) et

Figure 5. En 2080-2100, nombre de jours : (A) d'été où la température maximum > 30 °C, (B) de nuits tropicales (température minimum > 20 °C), (C) avec des gelées (température minimum < 0 °C), (D) d'hivers (température maximum < 0 °C).

Données : modèle régional du climat MAR forcé par trois modèles globaux (MIROC6, MPI-ESM1, NorESM2) selon le scénario SSP370.

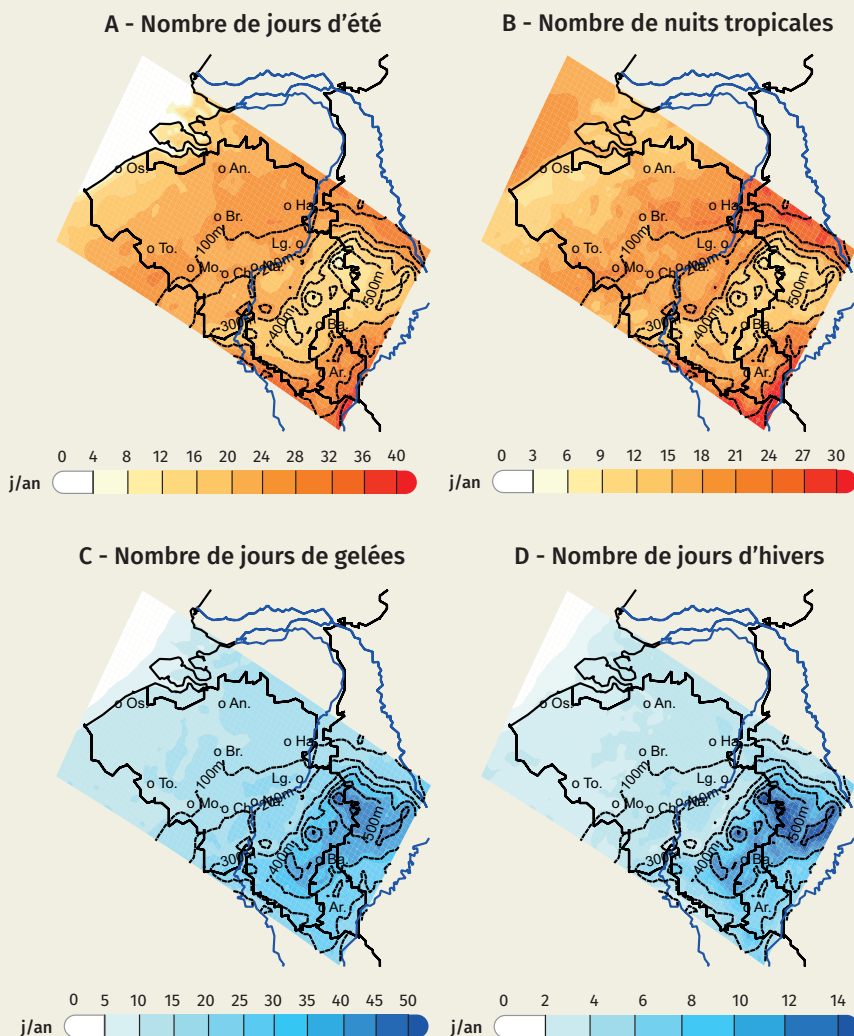
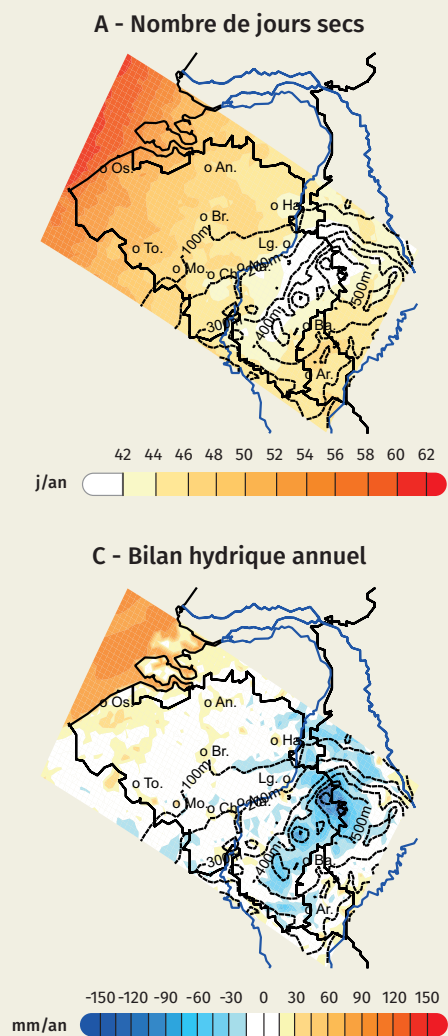


Figure 6. (A) Nombre de jours secs en 2080-2100, (B) anomalies de l'ensoleillement en été (en %), (C) anomalies du bilan hydrique (c'est-à-dire l'eau utilisable par la végétation) annuel (en mm/an), (D) anomalies du bilan hydrique en été (en mm/été).

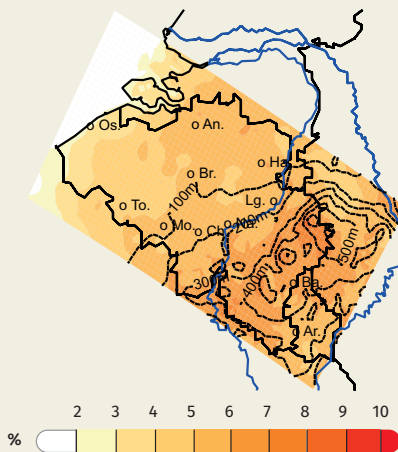


les conditions très humides en surface permettent de maintenir ce paysage ouvert typique des Hautes Fagnes. En s'asséchant, le milieu deviendra moins hostile au reboisement naturel des Hautes Fagnes qui pourraient se transformer à terme en forêt, du moins sans intervention humaine. Autres exemples d'écosystèmes qui ne seront plus en équilibre avec notre climat, ce sont les forêts pures d'épicéas et de hêtres, très sensibles aux sécheresses estivales qui devraient s'intensifier et se multiplier dans le futur. La stratégie visant à privilégier des essences moins sensibles aux sécheresses et aux grosses chaleurs va se cogner à la difficulté que le climat continuera à évaluer fortement dans les prochaines décennies. Par rapport à la durée de vie typique des arbres (60 à 100 ans, voire plus), il est plus que probable que

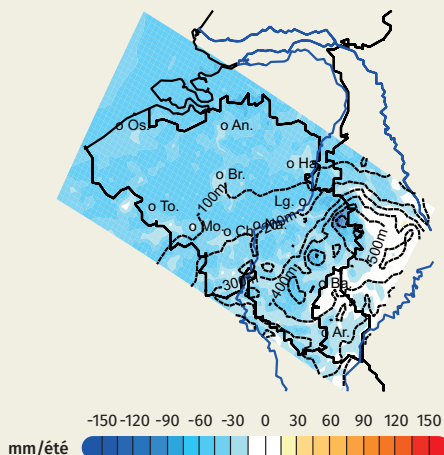
certaines espèces ne seront adaptées au climat belge que durant une courte période (quelques décennies) mais pas nécessairement en début ou en fin de leur vie. Enfin, que ce soit pour l'agriculture ou les forêts, l'augmentation de la concentration de CO₂ pourrait initialement augmenter le rendement de certaines espèces. Elles seront toutefois assez vite affectées par la multiplication des sécheresses en été, diminuant leur rendement. Jusqu'à maintenant, en Belgique, on considérait que les ressources en eau étaient infinies, en particulier en Ardenne. Ce ne sera bientôt plus le cas car notre climat va progressivement s'approcher de celui du Gers (Sud-Ouest de la France) où on ne compte plus les petites retenues au fond des vallées stockant les pluies hivernales pour irriguer l'agriculture en été. Ces petites retenues permettraient aussi d'atténuer les conséquences d'événements de pluie extrêmes déjà intensifiés par l'augmentation de l'imperméabilisation des sols, indépendamment des changements climatiques.

Données : modèle régional du climat MAR forcé par trois modèles globaux (MIROC6, MPI-ESM1, NorESM2) selon le scénario SSP370).

B - Ensoleillement en été



D - Bilan hydrique en été



Conclusion

Il n'y a plus aucun doute que le climat se réchauffe à cause des activités humaines. Depuis 1981-2010, on a déjà gagné 1 °C en Belgique et cette tendance continuera tant que nous n'aurons pas diminué drastiquement nos émissions de gaz à effet de serre. Il est évident qu'une pause dans les efforts de diminution ne ferait qu'amplifier les catastrophes climatiques qui se profilent dans les prochaines décennies. En Belgique, ce sont surtout les étés et l'Ardenne qui vont se réchauffer. Les étés deviendront de plus en plus secs même si deux ou trois événements de pluie extrême (comme juillet 2021) restent probables jusqu'en 2050. Ce manque d'eau en été impactera notamment nos forêts où l'on devrait privilégier autant que possible des scénarios sylvicoles résilients. L'introduction de nouvelles espèces plus résistantes à la sécheresse devra toutefois tenir compte de la difficulté de devoir faire face à un climat qui continuera à évoluer significativement dans les prochaines décennies et qui sera donc loin d'être stable par rapport à la durée de vie des arbres. ■

Crédit photo. Adobe Stock

Xavier Fettweis

xavier.fettweis@uliege.be

Climatologie et Topoclimatologie, ULIège
climato.uliege.be