

Changements climatiques et biodiversité

Thierry Hance, Eupen 2017



Colloque Interrégional: Energie renouvelable - plus que jamais !



Biodiversité: un enjeu majeur à l'échelle de la planète



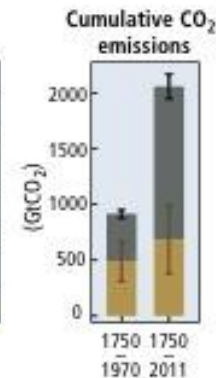
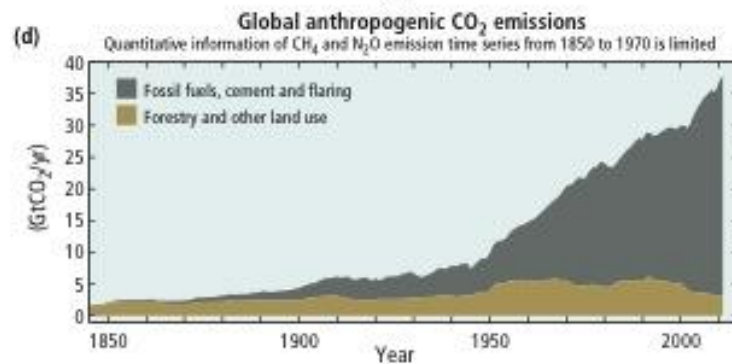
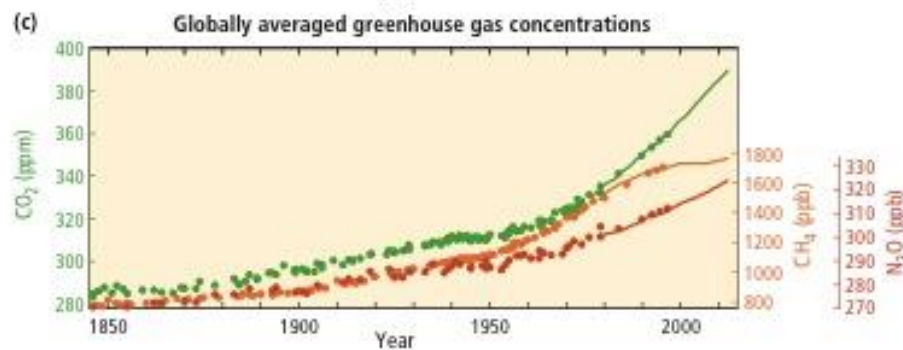
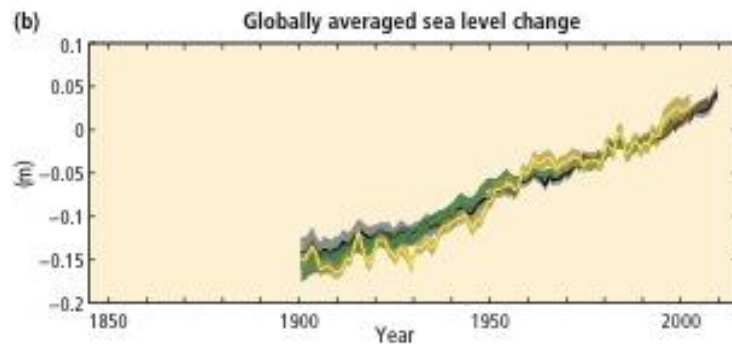
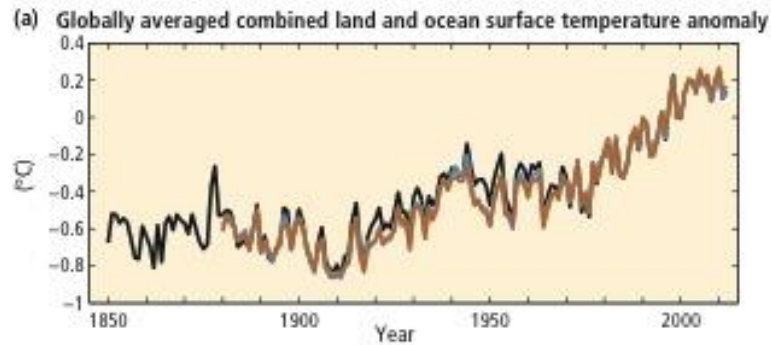
- Crise de la biodiversité
- Affectée par
 - ✓ La croissance démographique et les besoins en terres cultivables
 - ✓ La surexploitation des ressources
 - ✓ La destruction et la fragmentation des habitats
 - ✓ Les pollutions
 - ✓ Les bouleversements climatiques
- Phénomène multifactoriel
- Difficile de déterminer l'effet d'un élément particulier?



Effet des changements climatiques

- Modification de la température moyenne
- Modification des extrêmes de températures
- Fréquence et amplitudes des fluctuations
- Aspect saisonnier
 - ✧ Début de saison,
 - ✧ Période sèche
 - ✧ Synchronisation végétation-herbivore
- Aspects liés à la pluviosité
 - ✧ Fréquence et intensité
 - ✧ Déplacement de la répartition géographique des pluies
- Modification des courants océaniques et terrestres
- Effets sur les océans
 - ✧ Acidification
 - ✧ Niveau des eaux
 - ✧ Anoxie
 - ✧ Blanchiment des coraux





GIEC Report 2014



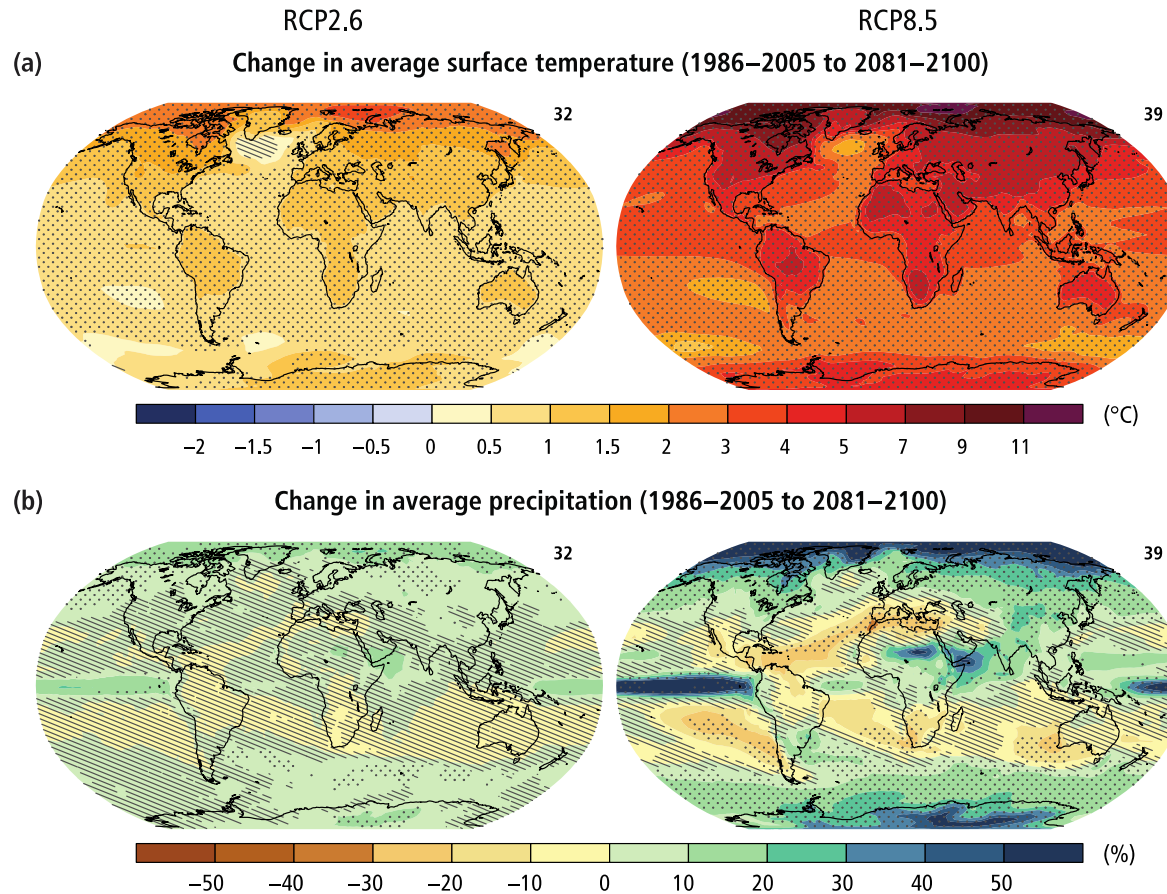
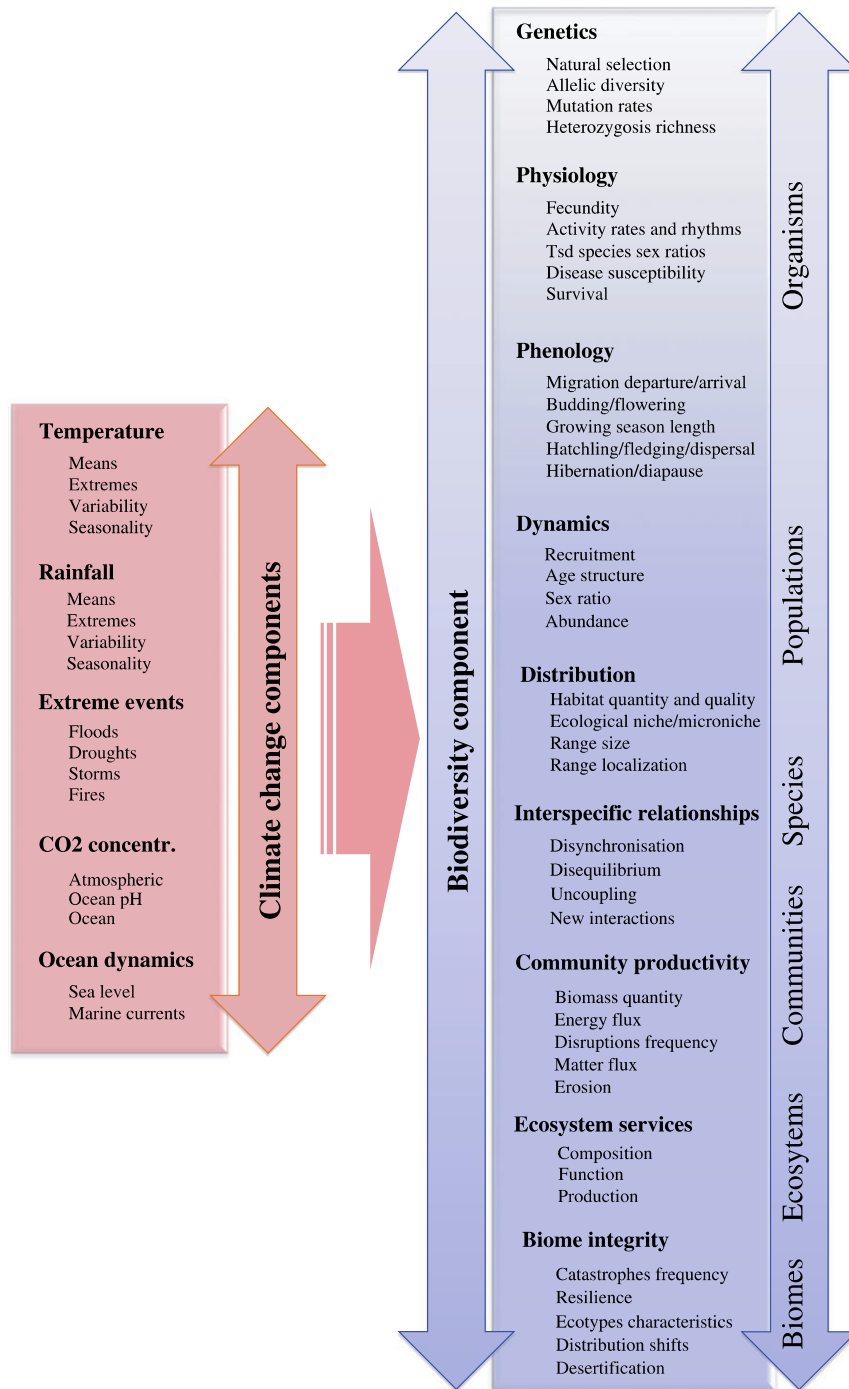


Figure SPM.7 | Change in average surface temperature **(a)** and change in average precipitation **(b)** based on multi-model mean projections for 2081–2100 relative to 1986–2005 under the RCP2.6 (left) and RCP8.5 (right) scenarios. The number of models used to calculate the multi-model mean is indicated in the upper right corner of each panel. Stippling (i.e., dots) shows regions where the projected change is large compared to natural internal variability and where at least 90% of models agree on the sign of change. Hatching (i.e., diagonal lines) shows regions where the projected change is less than one standard deviation of the natural internal variability. [2.2, Figure 2.2]



Bellard *et al.*, 2012

Figure 1 Summary of some of the predicted aspects of climate change and some examples of their likely effects on different levels of biodiversity.



Température et saisonnalité ?

- Températures moyennes et extrêmes de températures sont deux facteurs différents
 - Extrêmes de température en hiver, en saison chaude
 - Beaucoup d'espèces anticipent les changements saisonniers en se basant sur la photopériode et non pas sur la température
 - Réponse physiologique ou comportementale
 - Migration, dispersion, perte des feuilles, diapause, ...
 - D'autres espèces réagissent aux changements de la température
 - Problème de synchronisation des ressources entre espèces
- Ectothermes-Endothermes
 - Les ectothermes sont très dépendants de la température
 - ✓ Effet sur le développement et la taille



Les niveaux de réactions

Au niveau des individus

- Deux mécanismes d'adaptation: plasticité phénotypique ou sélection naturelle

1) Plasticité phénotypique

- aspects comportementaux, migration, déplacement
- capacité d'adaptation aux ressources
 - ✓ Date de nidification

2) Sélection naturelle

- Processus couteux qui passe par la disparition de certains génotypes, les moins « adaptés »
- Peu demander de nombreuses générations
- Risque d'extinction



Les niveaux de réactions

- ✓ Au niveau des chaines trophiques
 - Synchronisation des ressources
 - Diminution des ressources
 - Accélération des processus de dégradation
- ✓ Au Niveau de l'écosystème
 - Couplage températures-régime des pluies
 - Modification de la végétation
 - Risque d'incendies
 - Disparition d'espèces
 - Changement de l'aire de distribution
 - Changement dans la composition des communautés



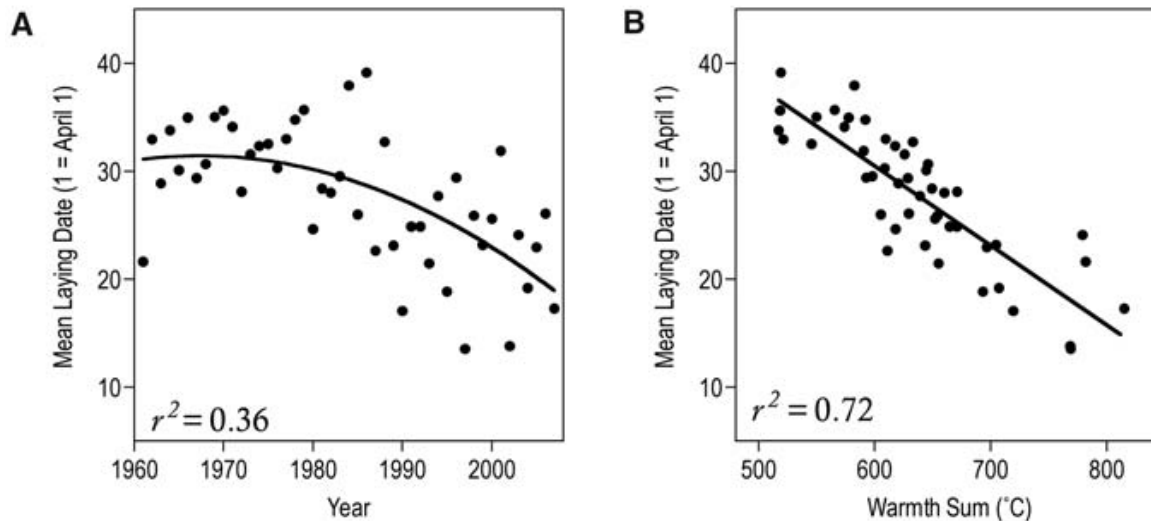
Un exemple

- Dans un système tritrophique adaptation des mésanges aux changements climatiques
 - Charmantier A, McCleery RH, Cole LR, Perrins CM, Kruuk LEB, Sheldon BC, 2008. "Adaptive phenotypic plasticity in response to climate change in a wild bird population". Science 320 : 800-803.
 - Chez les mésanges, la date de reproduction est un facteur majeur du succès reproducteur
 - Pondre en prévision du pic d'abondance de nourriture
 - 14 jours plus tard
 - Nourriture principale: chenilles
 - La phénologie des chenilles est liée à celle des arbres
 - Les individus adaptent-ils leur comportement d'une année à l'autre en fonction de la précocité du printemps ou sont-ils soumis à la sélection



Plasticité phénotypique

- ✓ Les individus adaptent leur comportement reproducteur en fonction de la précocité du printemps
 - Suivi individuel de plus de 1000 nichoirs de mésange de 1961 à 2007
 - Sur cette période, les mésanges ont avancé leur période de ponte de 14 jours, ce qui correspond à la modification de la phénologie des chenilles



Défaut de synchronisation et décroissance

Sélection naturelle

Gobe-Mouche Noir, *Ficedula hypoleuca*

- en Hollande , diminution de la population de 90 % en 20 ans
- Retour de migration à la date habituelle
- Apparition des chenilles plus précoce
- Réduction du temps entre le moment d'arrivée et le pic d'abondance des chenilles et donc de la reproduction
- Both *et al.*, Nature, 2006



Arrivée précoce des migrants chez les oiseaux

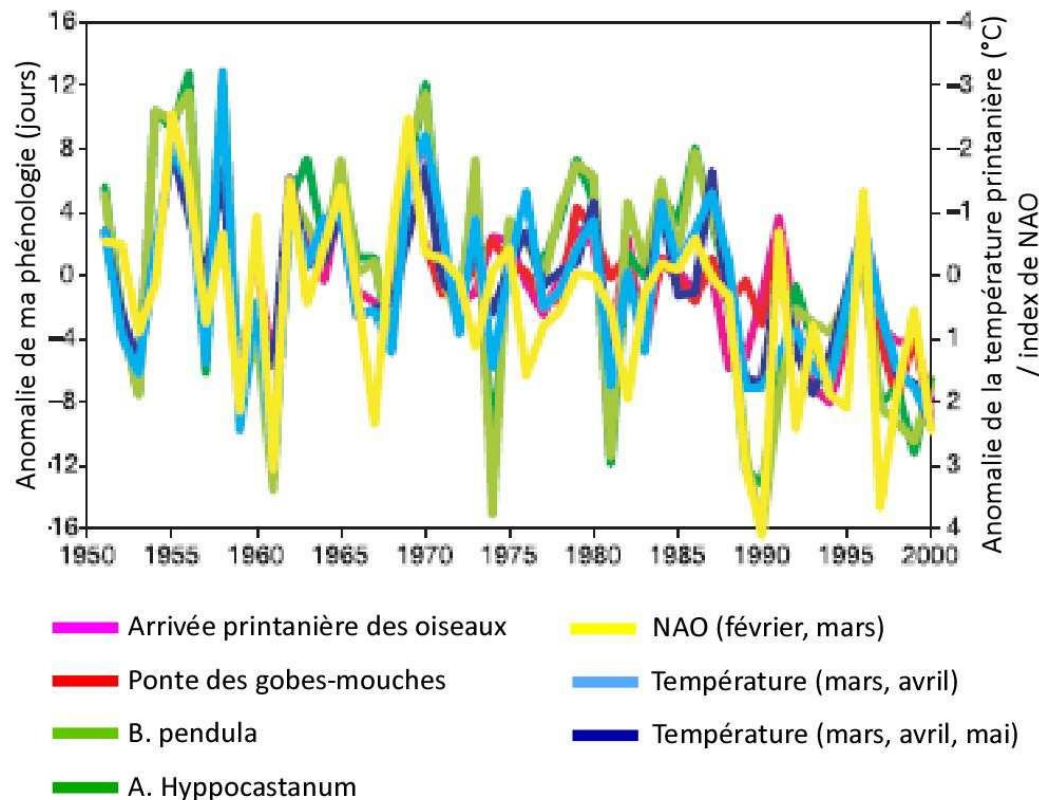


Figure 6 : Anomalies des différentes phases phénologiques en Allemagne corrélées avec les anomalies de la température moyenne printanière de l'air (bleu) et l'index de NAO (jaune). La température est issue de 35 stations météorologiques allemandes. Les phases phénologiques représentées sont : l'arrivée printanière des oiseaux sur l'île de Helgoland, dans la mer du Nord (rose) ; l'éclosion des gobes-mouches (*Ficedula hypoleuca*), dans le nord de l'Allemagne (rouge); et le début moyen du débourrement de *Aesculus hippocastanum* (vert foncé) et *Betula pendula* (vert clair).

L'indice de l'oscillation nord-atlantique est calculé chaque année à partir de la différence de pression entre Lisbonne (Portugal) et Reykjavik (Islande), en prenant la variation de l'écart de pression entre ces deux points par rapport à la moyenne.



Modification de phénologie

- La précocité du printemps modifie les périodes d'activités des espèces
 - Effet sur la synchronisation des ressources
 - Possibilité de faire plus de générations par an

Table 1 Evidence of recent advances in the timing of spring events

Taxon	Location	Observed changes	Period
Numerous plant species	Europe	Flowering and leaf unfolding occurring 1.4–3.1 days per decade earlier ⁸	Past 30–48 years
	North America	Flowering and leaf unfolding occurring 1.2–2.0 (3.8) days per decade earlier ⁸	Past 35–63 years
18 butterfly species	UK	Earlier appearance by 2.8–3.2 days per decade ⁸²	Past 23 years
Amphibians	UK	Earlier breeding ⁶⁷	Past 25 years
Numerous bird species	Europe, North America	Earlier spring migration by 1.3–4.4 days per decade and breeding by 1.9–4.8 days per decade ^{7,22,83–86}	Past 30–60 years

Ecological responses to recent climate change

Gian-Reto Walther*, Eric Post†, Peter Convey‡, Annette Menzel§, Camille Parmesan||, Trevor J. C. Beebee¶, Jean-Marc Fromentin#, Ove Hoegh-Guldberg* & Franz Bairlein**

Nature, 2002



Modification des aires favorables: Impact direct sur les espèces



Risque d'extinction suite à la modification de la zone d'habitats favorables

- - Ex: Le Damier d'Edith, *Euphydryas editha*
 - + fonctionne en métapopulation: extinction et recolonisation d'habitats favorables distribués en mosaïque
 - + Sur base des spécimens de musée, sur 151 habitats favorables, taux d'extinction plus élevé dans le Sud que dans le Nord des E-U.
 - + correspond au changement des isothermes dans le Nord-Ouest de l'Amérique
- En Espagne pour 16 espèces de papillons, les limites inférieures d'altitudes ont augmentés de 212m
 - Réduction de la taille de l'habitat de 1/3, 70 % si augmentation de 1°C
- En France, le Papillon Apollon a disparu des plateaux d'altitude inférieure à 850 m mais est encore présent sur les plateaux de plus de 900 m d'altitude.



Impact direct sur les espèces

- Modification de la distribution des espèces en altitude et vers le nord
 - Héron garde boeuf en Camargue en 1950 et à hauteur de Poitier actuellement
- Modification des routes de migration
 - Fauvette à tête noire de l'Europe de l'Est migrent vers l'Europe de l'Ouest plutôt que vers le Sud
- Modification des zones d'hibernation
 - Cigogne blanche et oie cendrée



Modification dans les aires de distribution

1) Les espèces sont poussées vers le Nord en raison de la dégradation des conditions observées dans le Sud

- Pics de température, sécheresse

2) Comme les conditions au Nord deviennent plus chaudes, des écosystèmes deviennent plus attractifs pour ces espèces

Table 2 Recent latitudinal and altitudinal range shifts

Species*	Location	Observed changes	Climate link
Treeline	Europe, New Zealand	Advancement towards higher altitudes ⁸⁷⁻⁸⁹	General warming
Arctic shrub vegetation	Alaska	Expansion of shrubs in previously shrub-free areas ⁹⁰	Environmental warming
Alpine plants	European Alps	Elevational shift of 1-4 m per decade ²⁴	General warming
Antarctic plants and invertebrates	Antarctica	Distribution changes ⁹¹	Liquid water availability and increased temperature
Zooplankton, intertidal invertebrate and fish communities	Californian coast, North Atlantic	Increasing abundance of warm-water species ^{92,37,93,94}	Warmer shoreline ocean temperature
39 butterfly species	North America and Europe	Northward range shifts up to 200 km over 27 years ^{25,95}	Increased temperatures
such as Edith's Checkerspot butterfly (<i>Euphydryas editha</i>)	Western United States	124 m upward and 92 km northward shift since the beginning of the twentieth century ^{25,26}	
Lowland birds	Costa Rica	Extension of distribution from lower mountain slopes to higher areas ³⁸	Dry season mist frequency
12 bird species	Britain	18.9 km average range movement northwards over a 20-year period ⁹⁶	Winter temperatures
Red fox (<i>Vulpes vulpes</i>), Arctic fox (<i>Alopex lagopus</i>)	Canada	Northward expansion of red fox range and simultaneous retreat of Arctic fox range ⁹⁷	General warming

* Where possible, numbers of species which showed a response to climate change are given.



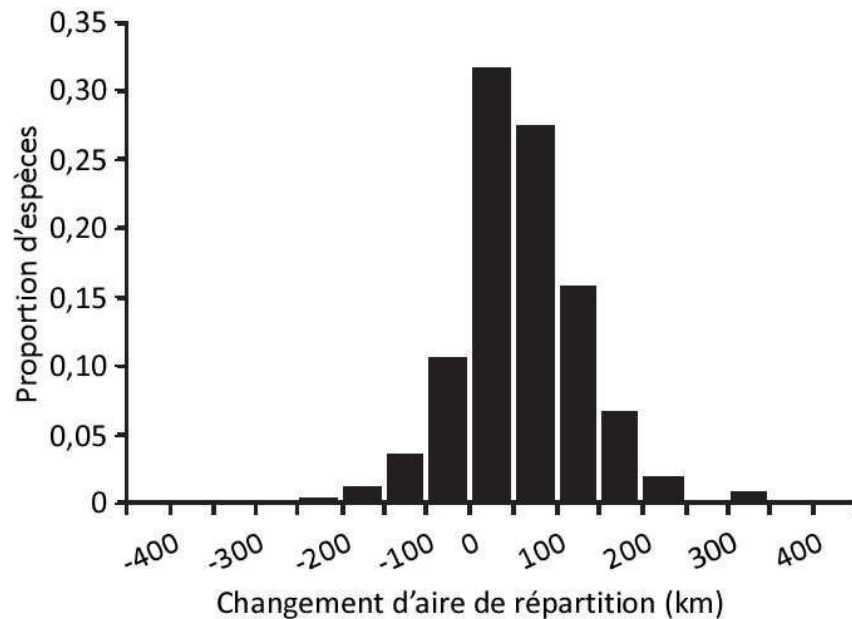


Figure 7 : Changements aux frontières nord d'aire de répartition des espèces animales distribuées dans le sud de la Grande-Bretagne. Les changements vers le nord sont représentés par les valeurs positives, et les changements vers le sud sont représentés par les valeurs négatives, avec des distances déplacées sur environ 25 ans. Les données concernent 329 espèces parmi les taxons suivants : les mille-pattes, les cloportes, les opilions, les araignées, les insectes aquatiques, les papillons, les carabes, les cerambicydae, les cantharidae, les libellules et les demoiselles, les sauterelles, les chrysopes, les poissons, les reptiles et les amphibiens, les oiseaux et les mammifères.

Source : Thomas (2010), d'après les données de Hickling et al. (2006)

Delava, 2013





Le pika est un petit lagomorphe de la famille des Ochotonidae, lièvre siffleur.
(Amérique du Nord)



Variation interannuelle des taches d'habitat

- Vivent sur les pentes d'altitudes
- Observation de 1972 à 1991 (Smith et Gilpin, 1997)
 - ✧ Chute durant les deux derniers recensements
 - ✧ Augmentation de la distance entre taches d'habitat
 - ✧ Extinction dans le sud de l'aire de distribution
 - 7 populations/25
 - Meurent en 1/2h si exposés à 31°C
- Rôle de source des populations du Nord
- Situation actuelle (2014):
 - Disparu dans 1/3 de ses habitats du passé
 - Considéré comme fortement menacé



Autre exemple: effet sur les scolytes au Canada.



Interaction scolytes-forêts

❖ Dans les forêts de conifères

- ✓ Scolytes = souvent des ravageurs secondaires mais qui produisent la mort de l'arbre
 - Le stress hydrique affaiblit les arbres
 - Fréquence plus élevée des périodes de sécheresse
 - Augmentation des taux d'attaques
- ✓ Turn-over de la forêt et remplacement par d'autres espèces
- ✓ Depuis 20 ans, augmentation de la fréquence et de l'importance des dégâts
- ✓ Plusieurs espèces concernées
 - *Dendroctonus rufipennis*:
 - normalement une diapause estivale de la prépupe
 - Cycle sur deux ans
 - Si températures élevées en été, pas de diapause, cycle sur 1 an
- ✓ Certaines espèces se déplacent vers le Nord
- ✓ La température allonge la longévité des adultes et des périodes de vols



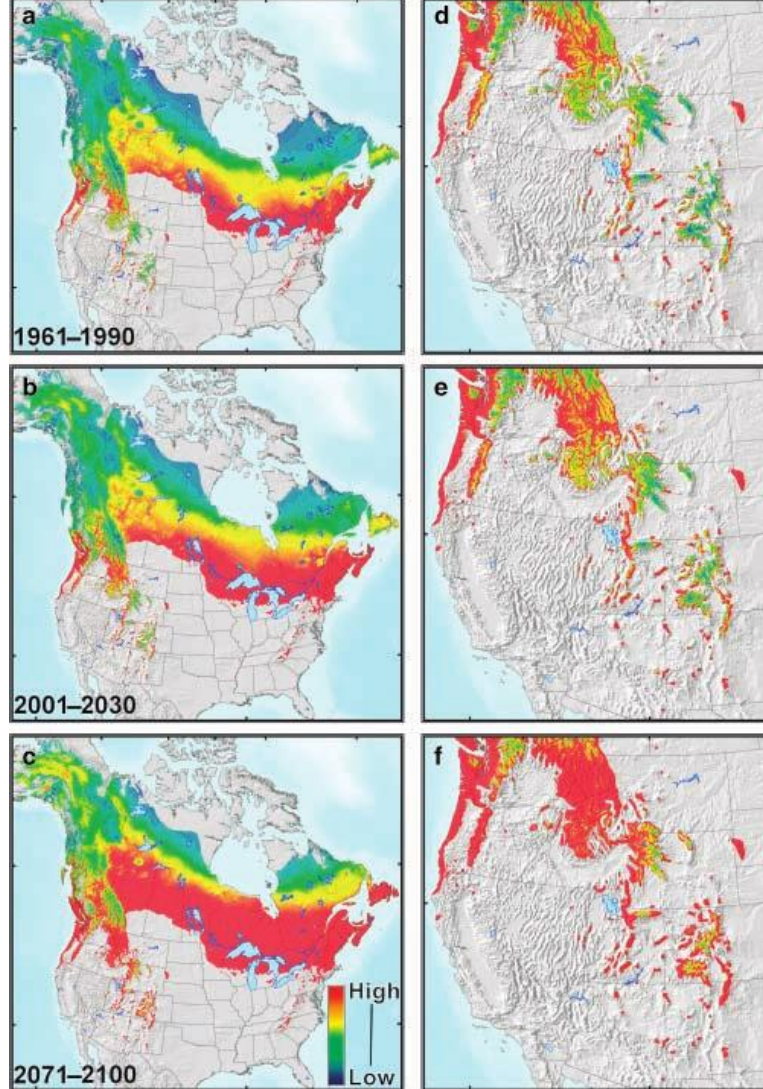


Figure 1. Predicted probability of spruce beetle offspring developing in a single year in spruce forests across the range of this insect in North America during three climate normals periods: (a) 1961–1990, (b) 2001–2030, and (c) 2071–2100, and only in the western United States in (d) 1961–1990, (e) 2001–2030, and (f) 2071–2100. Higher probability of one-year life-cycle duration translates to higher probability of population outbreak and increased levels of spruce-beetle-caused tree mortality. Model results are shown only for areas estimated to be 20th-century spruce habitat (from Little 1971).





Figure 4. Mountain pine beetle–killed whitebark pine on the Bridger Teton National Forest, Wyoming. The photograph was taken on 13 July 2009 and shows trees attacked and killed over several years. Following mountain pine beetle attack, tree foliage turns yellow, orange, then red over a one- to two-year period. Eventually the needles drop to the forest floor, leaving a grey canopy. Photograph: Courtesy of Wally Macfarlane.



Effet sur la qualité de l'habitat: les Rhinocéros en Inde



Parc national de Kaziranga

- Réserve naturelle depuis 1908
- Contient 2/3 de la population mondiale de Rhinocéros à une corne *Rhinoceros unicornis* (2000 individus)
- Plus grande densité de tigres au Monde
- Eléphants d'Asie (1300) et buffles d'eau
- Traversé par quatre grandes rivières, dont le Brahmapoutre et nombreux bras morts
- Vastes étendues de prairies rases ou hautes, herbes à éléphants (*Mischantus* et *Pennisetum*), marécages (Beels) et forêt tropicale
- Analyse de la modification de l'habitat entre 1990 et



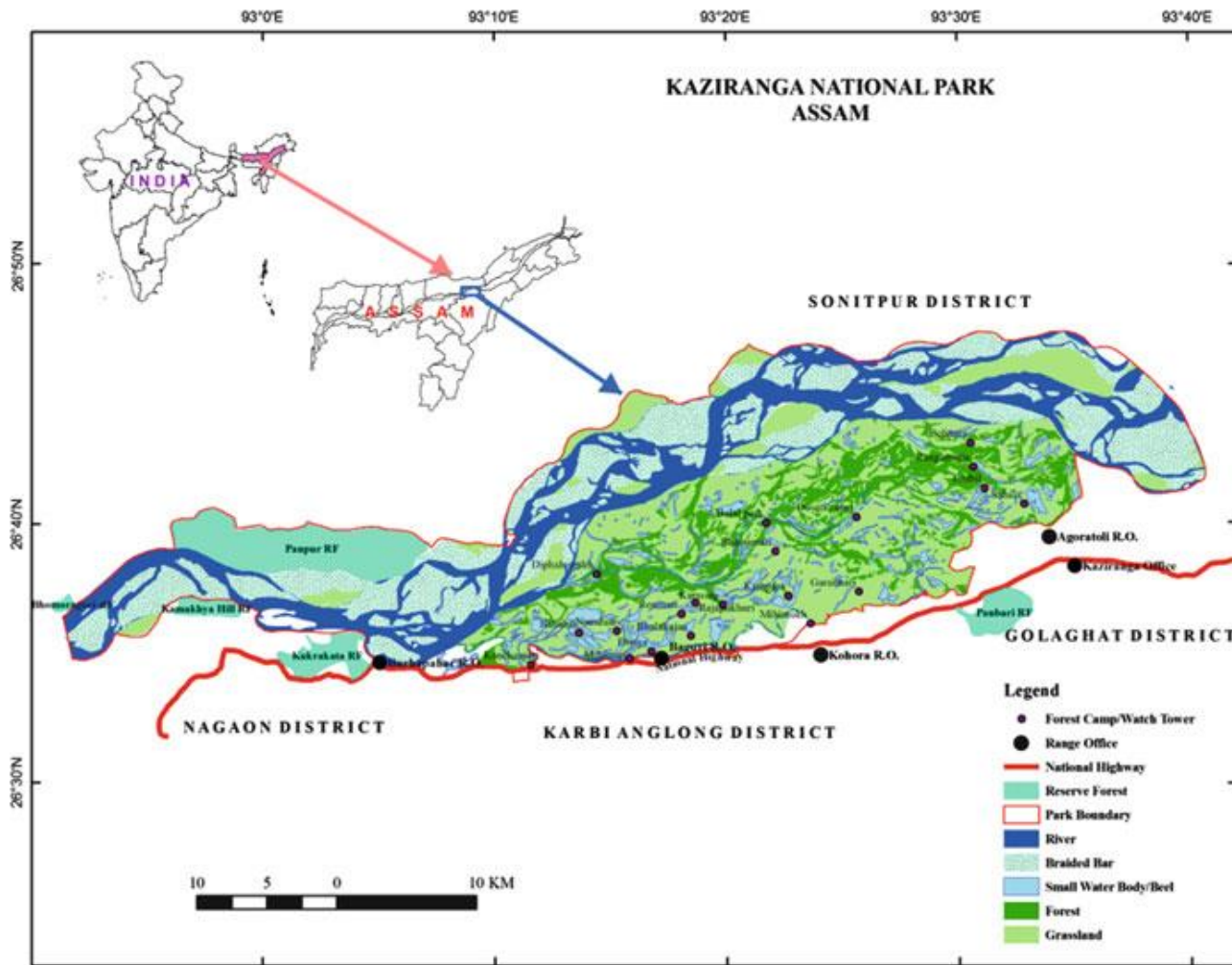


Fig. 10.1 Location map of the study area

Land Cover Change and Rhino Habitat Mapping of Kaziranga National Park, Assam

Ankita Medhi and Ashis Kumar Saha

Singh, M., & Singh, R. B. (2014). *Climate Change and Biodiversity*. Springer.



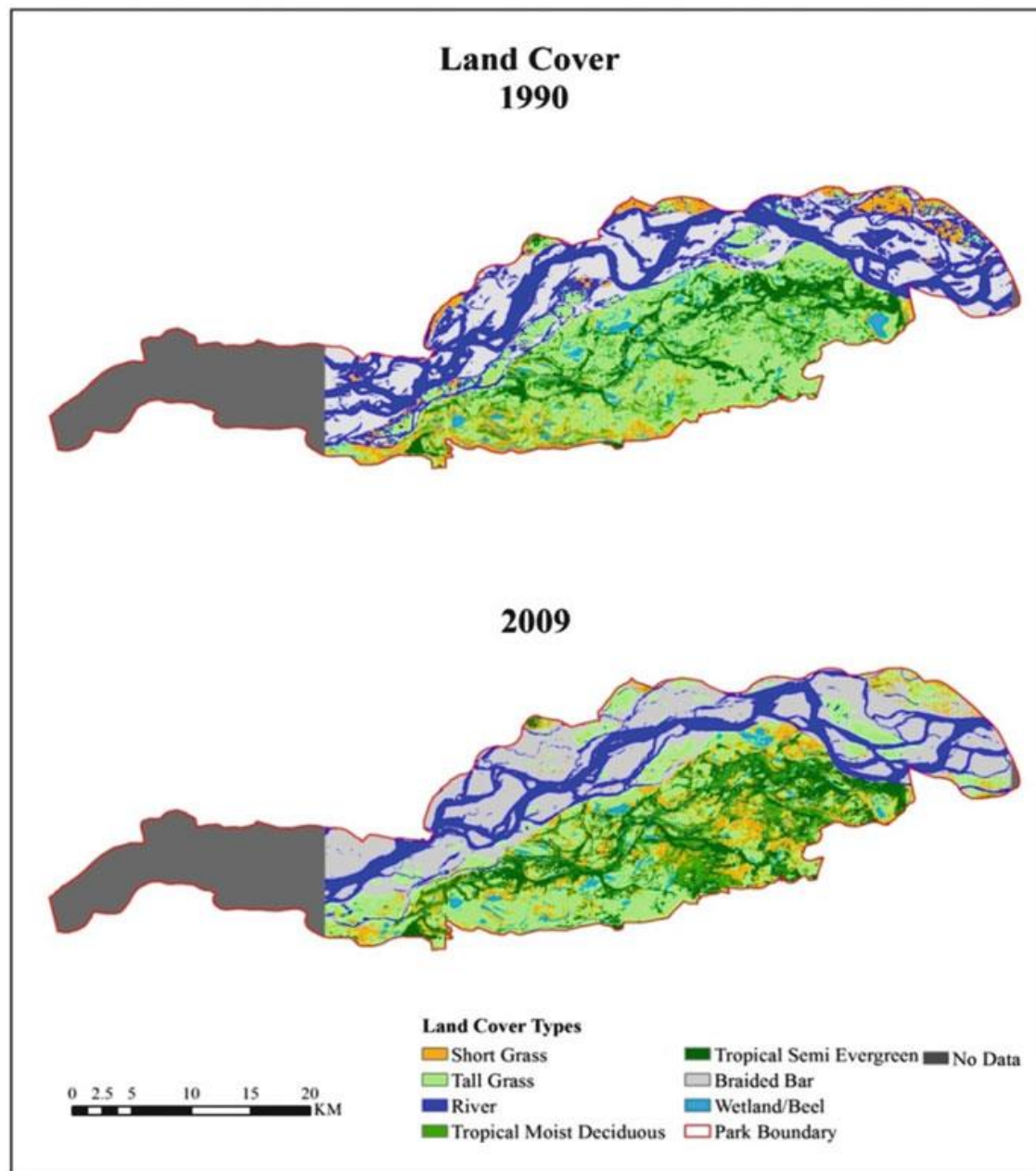


Fig. 10.2 Land cover map of 1990 and 2009 generated by image classification



Table 10.3 Distribution of land cover classes (1990 and 2009)

Land cover class	1990		2009	
	Area (ha)	Percentage	Area (ha)	Percentage
Short Grass	7,706.97	9.1	9,313.09	11.0
Tall Grass	25,529.03	30.3	20,320.09	24.1
River	17,993.52	21.3	11,907.17	14.1
Tropical Deciduous	3,525.78	4.2	4,104.32	4.9
Tropical Evergreen	7,899.83	9.4	11,395.84	13.5
Braided Bar	18,797.32	22.3	25,066.63	29.7
Wetland ('beel')	2,895.67	3.4	2,240.98	2.7
Total	84,348.12	100	84,348.12	100

- Effet de grandes inondations dévastatrices
- Réduction de l'habitat favorable au Rhino de 7% depuis 1990
- Habitat faiblement et moyennement favorable: augmentation de 3 et 4 %
- 10 % de l'habitat hautement favorable au rhino converti en moyennement favorable et 7,6% en peu favorables



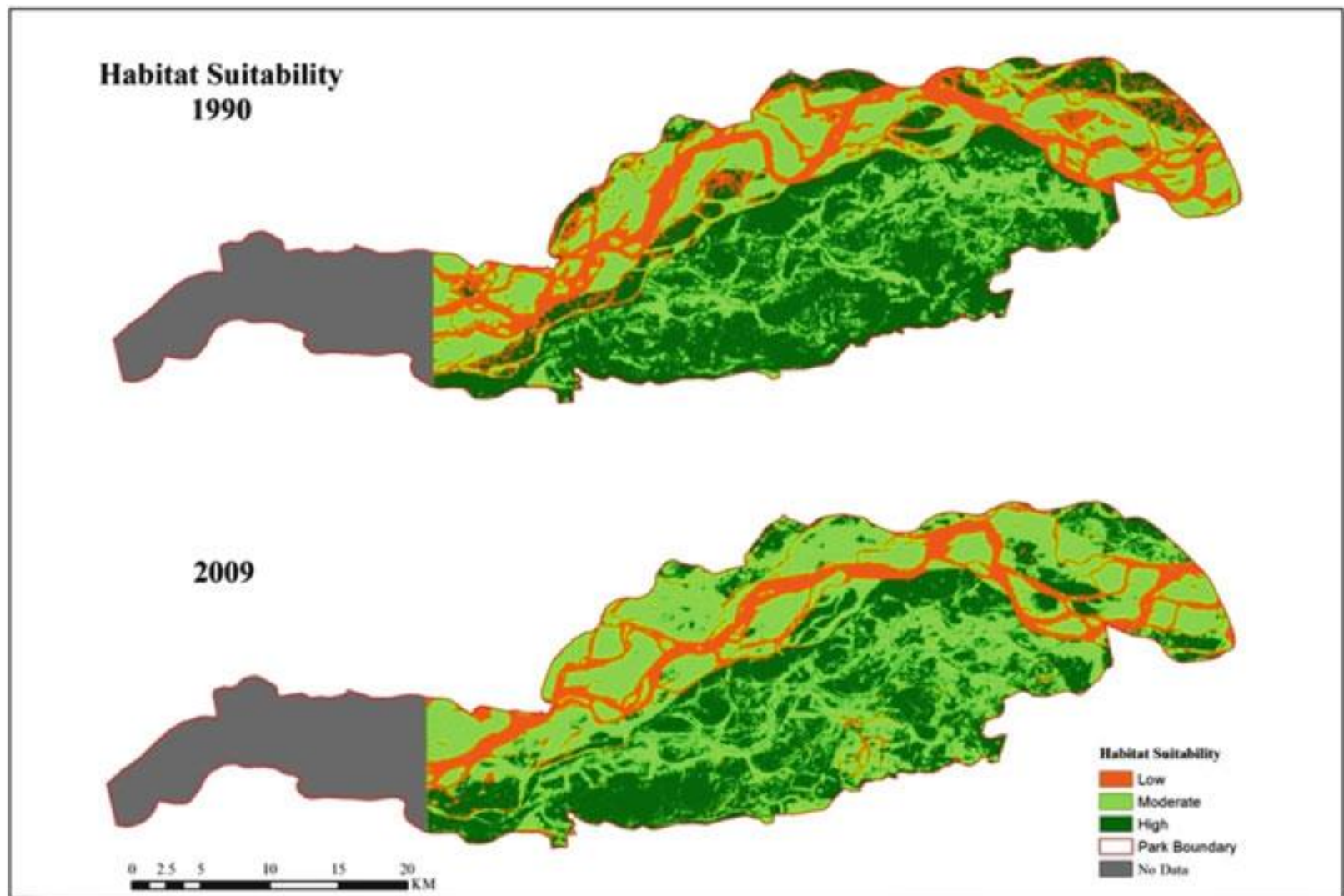
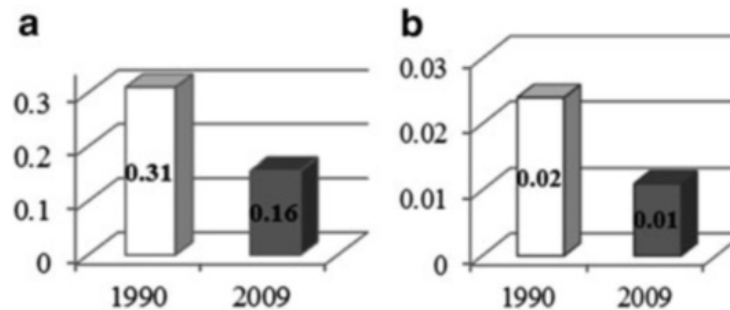


Fig. 10.3 Habitat suitability maps (1990 and 2009) generated by AHP



Fig. 10.6 (a) Area available for each rhino (km²) and (b) Area available for each rhino, swamp deer and wild buffalo (km²)



- ✓ Surexploitation des zones de prairies
- ✓ Les modifications climatiques entraînent une modification du régime des fleuves et un impact sur les zones d'habitats favorables
- ✓ Accroissent la compétition entre grands herbivores
- ✓ Ce qui accentue la dégradation de l'habitat et augmente la part de prairies rases peu favorables
- ✓ Phénomènes d'amplification et risque d'effondrement de l'écosystème

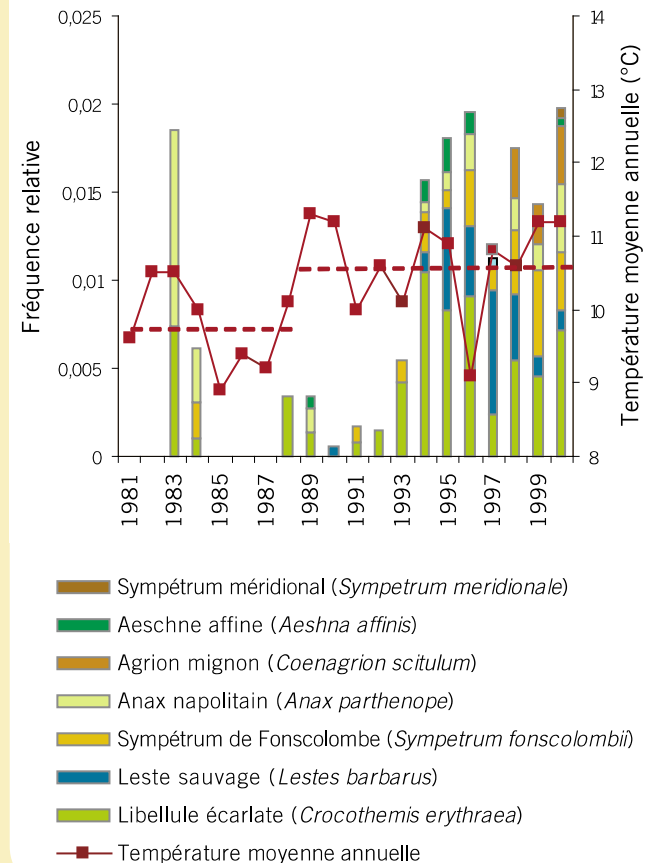


En Belgique: Changement dans la distribution des libellules

7 espèces / 66



Évolution de la fréquence relative d'observation de sept espèces de libellules méridionales de 1981 à 2000



Changement dans la végétation: le cas du Hêtre

- + Constituant majeur de nombreuses forêts européennes
- + Temps de génération long
- + taux de dispersion faible
- + Sensibilité à la sécheresse et aux inondations

Le hêtre aura-t-il le temps de s'adapter aux changements climatiques ?

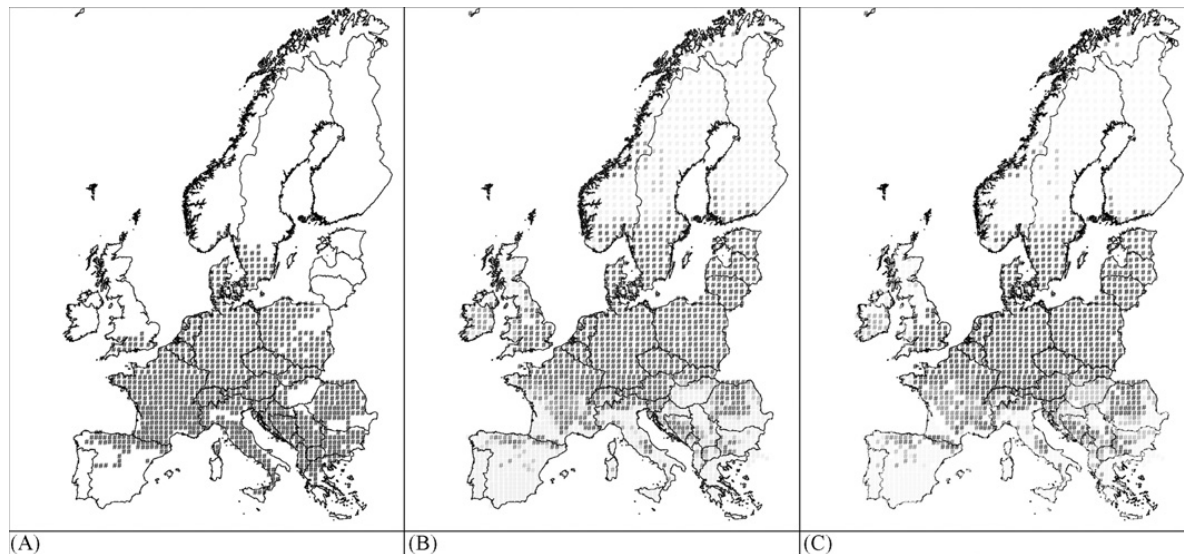


Fig. 1. Simulated current and future (scenario A2 and B1) potential distributions of beech in Europe using statistical distribution models. The maps indicate the average presence value across models, evaluation methods and scenarios (A2 and B1), weighted by the models' evaluation scores: 1 (black) = suitable, 0 (light grey) = unsuitable according to all models. (A) Current climate, (B) A2 climate change scenario, and (C) B1 climate change scenario.

Mortalité enregistrée des arbres due à la sécheresse ou à la ch

150 références sur 88 évènements documentés

662

C.D. Allen et al. / Forest Ecology and Management 259 (2010) 660–684

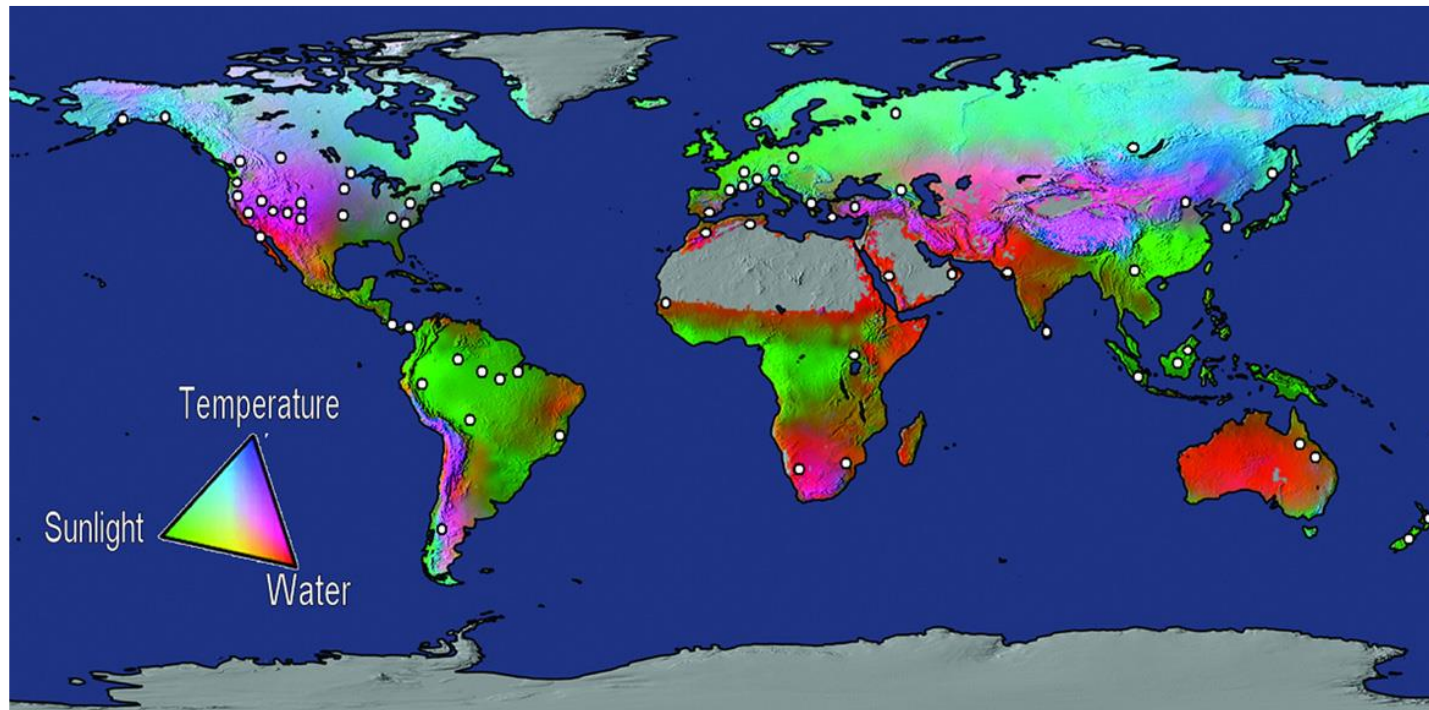


Fig. 1. White dots indicate documented localities with forest mortality related to climatic stress from drought and high temperatures. Background map shows potential environmental limits to vegetation net primary production (Boisvenue and Running, 2006). Only the general areas documented in the tables are shown—many additional localities are mapped more precisely on the continental-scale maps. Drought and heat-driven forest mortality often is documented in relatively dry regions (~red/orange/pink), but also occurs outside these regions.



En Europe

Lié à des événements extrêmes

- sécheresse en 2000 en Grèce
- vagues de chaleur et sécheresse en 2003

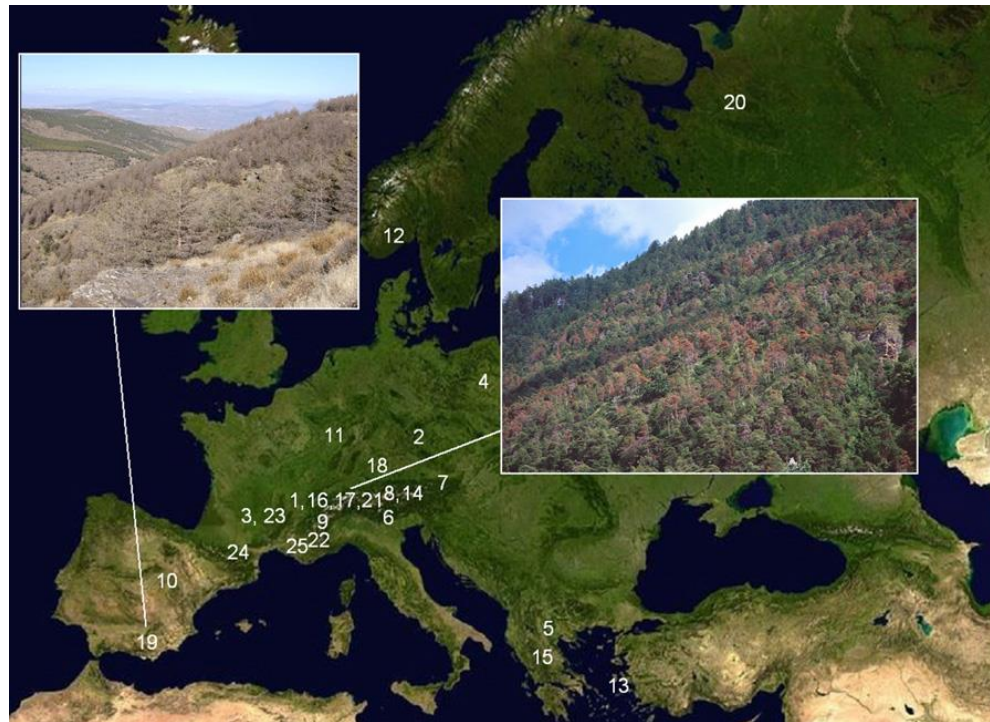


Fig. 6. Satellite map of Europe, with documented drought-induced mortality areas indicated with numbers, tied to [Table A4](#) references. R photo: *Pinus sylvestris* mortality, Valais, Switzerland; 1999, by Beat Wermelinger. L photo: *Pinus sylvestris* die-off, Sierra de los Filabres, Spain; 2006, by Rafael Navarro-Cerrillo.



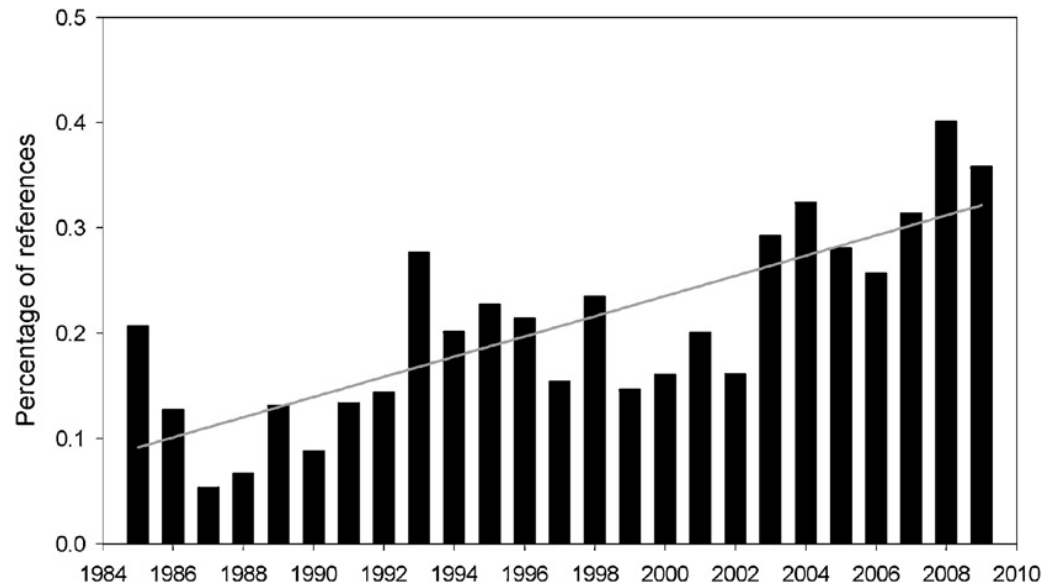
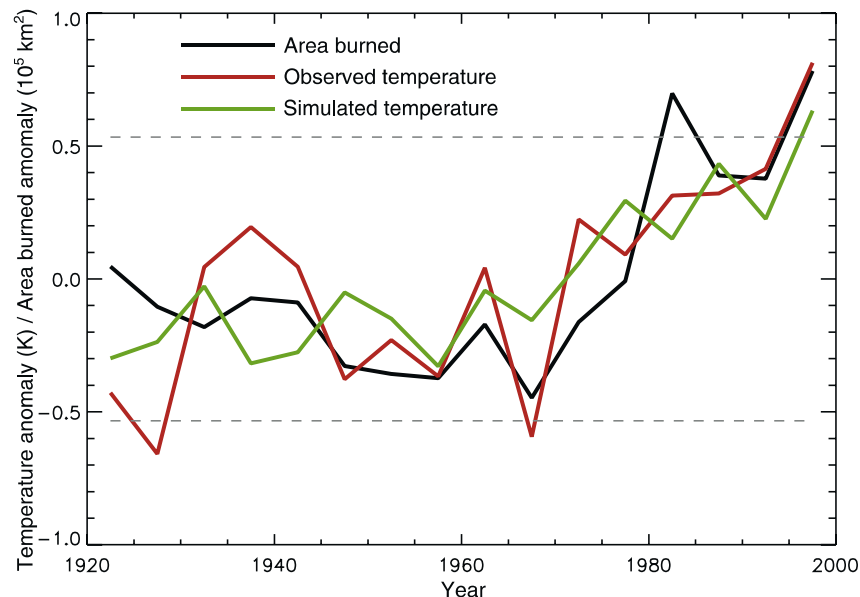


Fig. 9. ISI Web of Science search of the trend in published reports of climate-related forest mortality in the scientific literature, for the years 1985–2009. Plotted bars show the percent of references using the topic words “forest AND mortality AND drought”, relative to all “forest” references. Line represents the linear regression model fitted to the data ($R^2 = 0.61$; $F = 35.73$; $p < 0.001$).

Indication des effets liés au climat





Effet des incendies

Figure 2. The black line shows total area burned anomalies over Canada for each five year period from 1920 to 1999 [Van Wagner, 1988], in units of 10^5 km^2 . The red line shows five year mean observed May–August temperature anomalies [Jones and Moberg, 2003] weighted by area burned, in K. The green line shows ensemble-mean five-year-mean May–August area-burned-weighted temperature anomalies from integrations of the CGCM2 model forced with anthropogenic greenhouse gases and sulfate aerosol. Gray dashed lines indicate the 5–95% range of internal variability in area burned, estimated from inter-annual variability. All anomalies are calculated relative to the 1920–1999 mean.

The impacts of climate change on ecosystem structure and function

Nancy B Grimm^{1*}, F Stuart Chapin III², Britta Bierwagen³, Patrick Gonzalez⁴, Peter M Groffman⁵, Yiqi Luo⁶, Forrest Melton⁷, Knute Nadelhoffer⁸, Amber Pairis⁹, Peter A Raymond¹⁰, Josh Schimel¹¹, and Craig E Williamson¹²

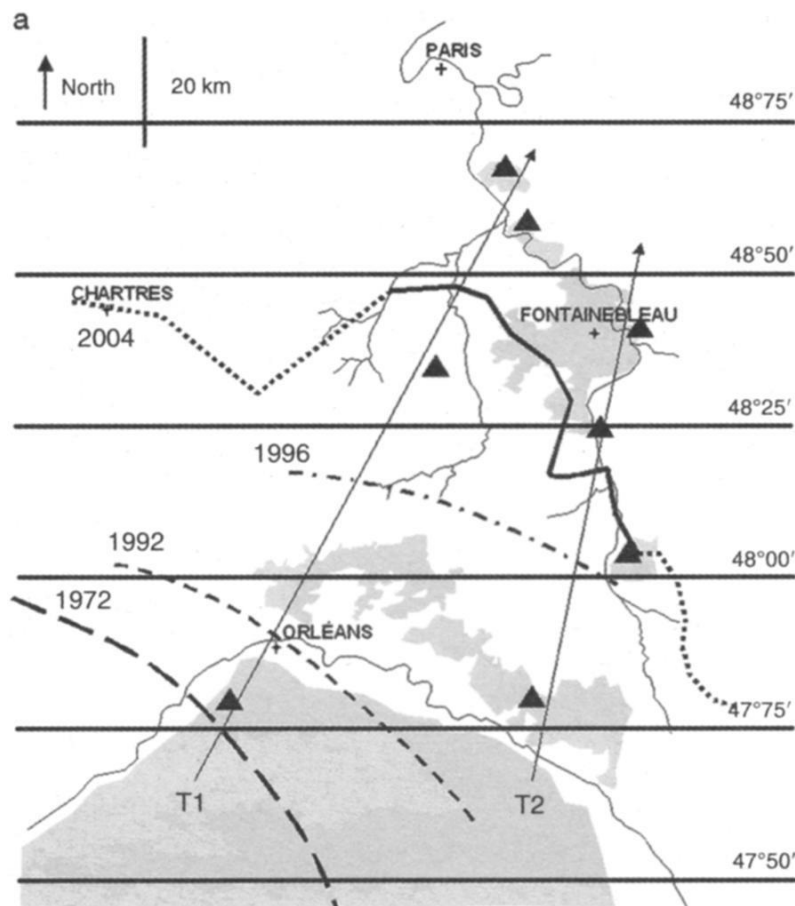
Front Ecol Environ 2013; 11(9): 474–482.



Figure 1. Major historical changes at the ecosystem level detected in the US and attributed to climate change, including thermal stratification, bark beetle infestations, biome shifts, increased forest growth, forest mortality, stream intermittency, increased streamflow and accelerated nutrient flushing, and wildfire. Land cover: North American Land Cover 2005. Natural Resources Canada, US Geological Survey, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, and Comisión Nacional Forestal. Icons: Integration and Application Network, University of Maryland. For more detailed descriptions of each of these changes, see WebTable 1; for associated citations, see WebReferences.



Expansion de la processionnaire du pin en France



...tion of its actual or potential hosts, and that warmer winters will cause the number of hours of feeding to increase and the probability of the lower lethal temperature to decrease, we expect the trend of improved survival in previously prohibitive environments to continue, causing further latitudinal and altitudinal expansion. This work highlights the need to develop temperature-based predictive models for future range shifts of winter-limited species, with potential applications in management.

Key words: climate change; feeding activity; insect pest; larval survival; *Lepidoptera*; *Pinus*; range expansion; spatial dynamics; *Thaumetopoea pityocampa*.

Condition Limite: température de l'air moyenne de 4°C en janvier, température létale - 16°C, 1800 h d'ensoleillement

dient. A single egg mass producing 191.5 ± 21.3 (mean $\pm$ SD) larvae (Venosta/Vinschgau) or a colony of 200 larvae in the first instar (Paris Basin) was fixed to a branch of each of 20–30 trees of *P. sylvestris*, mostly from natural regeneration. In the Paris Basin, colony survival and larval development were assessed at the beginning and at the end of the cold period. Colonies in Venosta/Vinschgau were checked once every two weeks, noting the larval developmental stage (based on the size of feces visible through the silk), nest size, silk production, recent feeding, and damage to the nests. At the beginning of the cold period, the quality of the nests was assessed by means of a “nest silk index,” based on silk production and defined as follows: 1 = loose nest wall, larvae visible through the wall; 2 = thick nest, larvae not visible, external silk layer sparse; and 3 = very thick nest, larvae not visible, external silk layer dense. Close to pupation, the larvae

Effet des événements extrêmes

An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot

Thomas Wernberg^{1,2,3,4,*}, Dan A. Smale^{1,2}, Fernando Tuya^{4,5}, Mads S. Thomsen^{1,4}, Timothy J. Langlois¹, Thibaut de Bettignies^{1,2,4}, Scott Bennett^{1,2} and Cecile S. Rousseaux⁶

Nature Climate Change, 2012

2011 Vagues de chaleur dans les eaux de la côte Ouest de l'Australie - Anomalie de + 2 à 4°C pendant 10 semaines sur 2000 km de côte

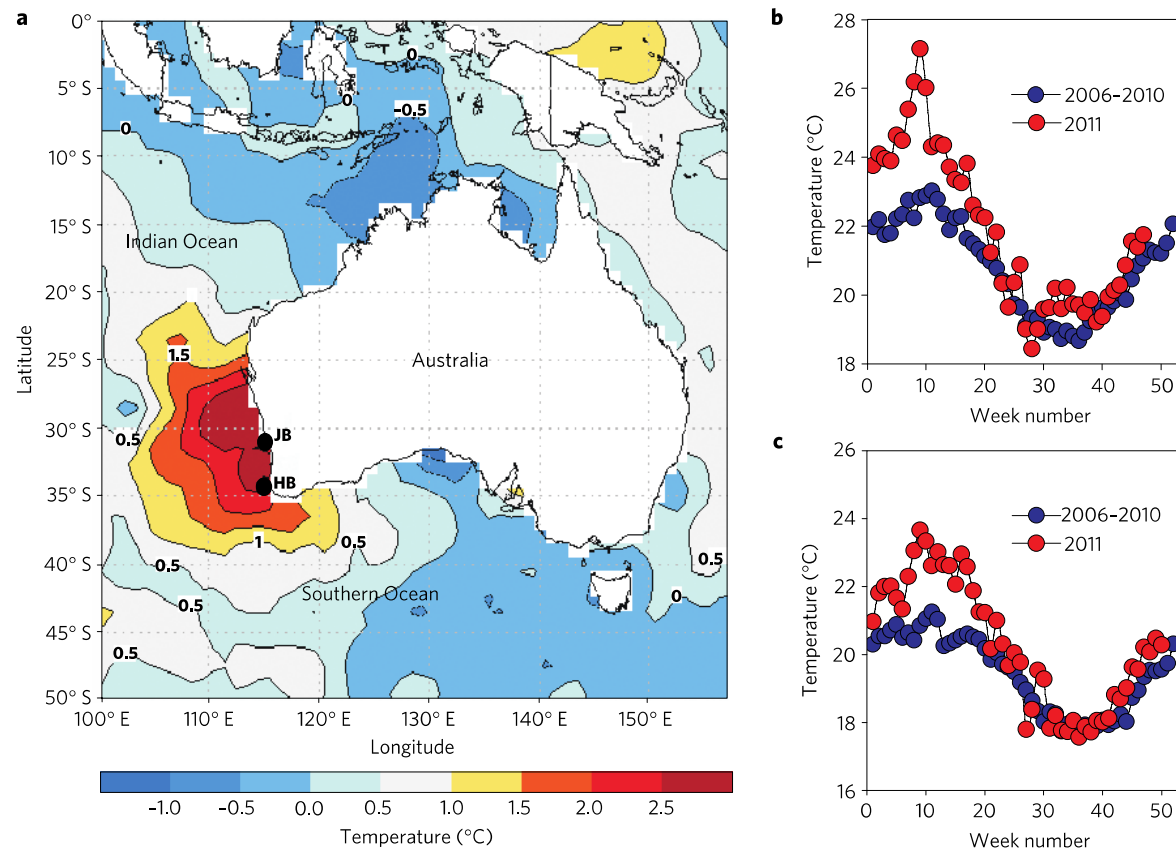


Figure 1 | The 2011 heat wave in the southeast Indian Ocean. a, Blended sea surface temperature anomaly map for March 2011 (relative to a 1971–2000 baseline), indicating a warming anomaly of $>2.5^{\circ}\text{C}$ along the warm temperate western coast of Australia. The Jurien Bay (JB) and Hamelin Bay (HB) study regions are also shown. **b,c**, Weekly temperature anomalies during 2011 (relative to means of the preceding five years) generated from *in situ* measurements at $\sim 10\text{ m}$ depth at the sites where community data were collected: Jurien Bay (**b**) and Hamelin Bay (**c**).



Modification des communautés marines

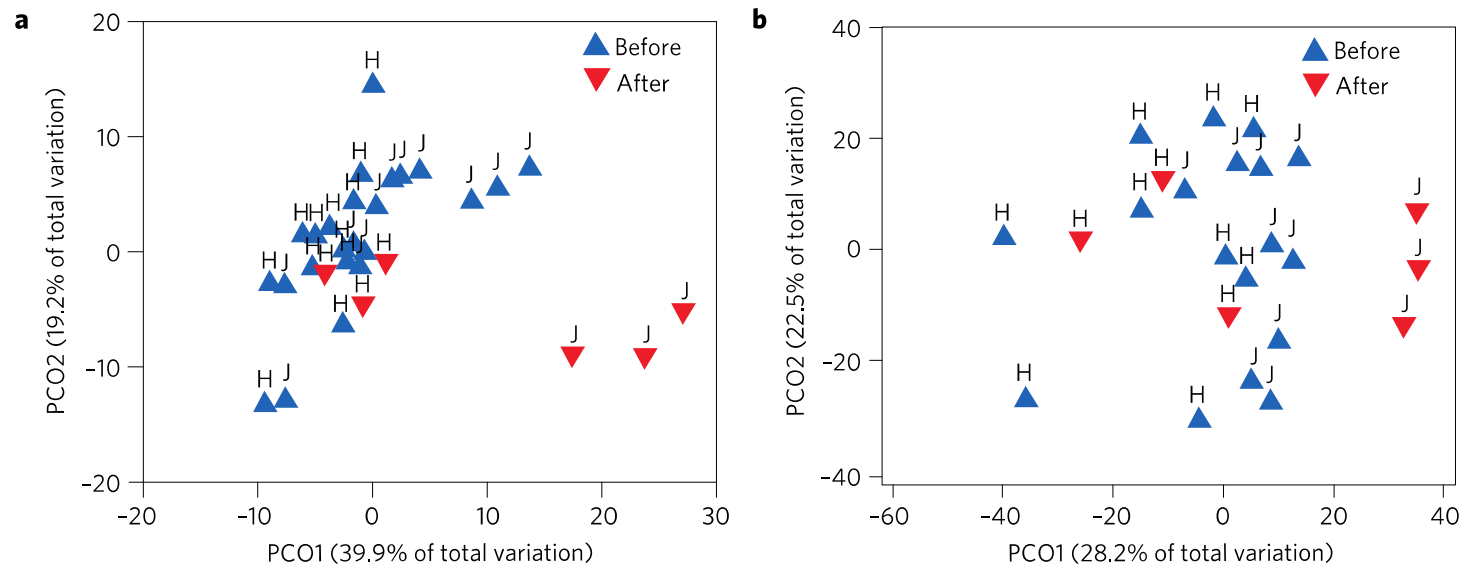


Figure 2 | The ecological structure of marine communities before and after the heat wave of 2011. a,b, Principal coordinates analysis of benthic (invertebrates and macroalgae; **a**) and fish (**b**) community structure on rocky reefs at each study location (J, Jurien Bay; H, Hamelin Bay) before and after the 2011 warming event. PCO1 and PCO2 are the first and second principal coordinates axes, indicating percentage of variation explained by each axis.



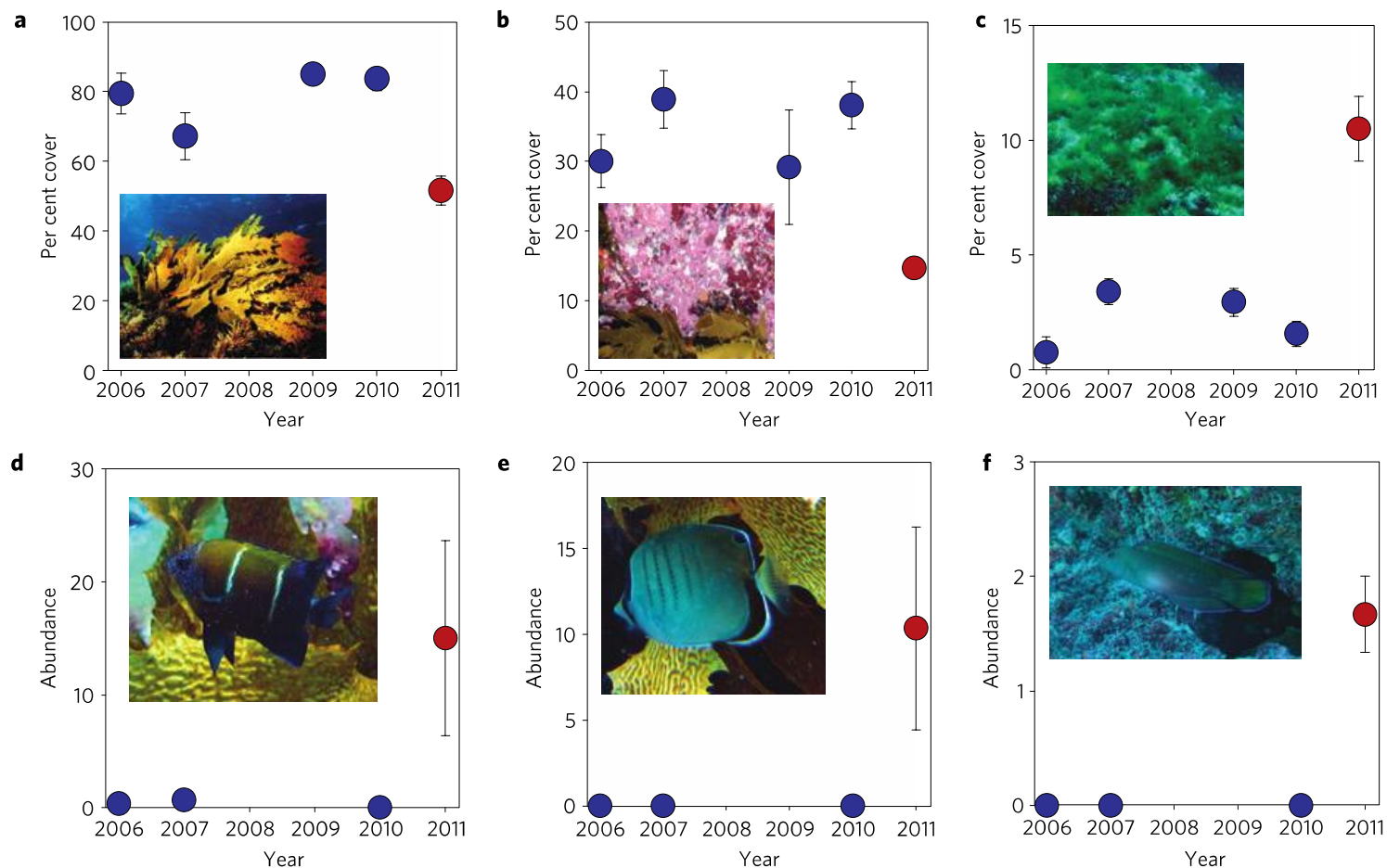


Figure 3 | The response of macroalgae and fish to the marine heat wave of 2011. **a-c**, Mean percentage cover ($\pm$ standard error of the mean (s.e.m.), $n =$ three sites with six pooled quadrat samples) during each year of sampling of the kelp *E. radiata* (**a**), encrusting coralline algae (**b**) and turf-forming algae (**c**) (sampling not conducted in 2008). **d-f**, Mean abundances ($\pm$ s.e.m., $n =$ three sites with three pooled transects) of fish species that were major contributors to differences in community structure before and after the heat wave are also shown; *P. occidentalis* (**d**), *C. assarius* (**e**) and *L. lineatus* (**f**) (sampling was not conducted in 2008 or 2009).

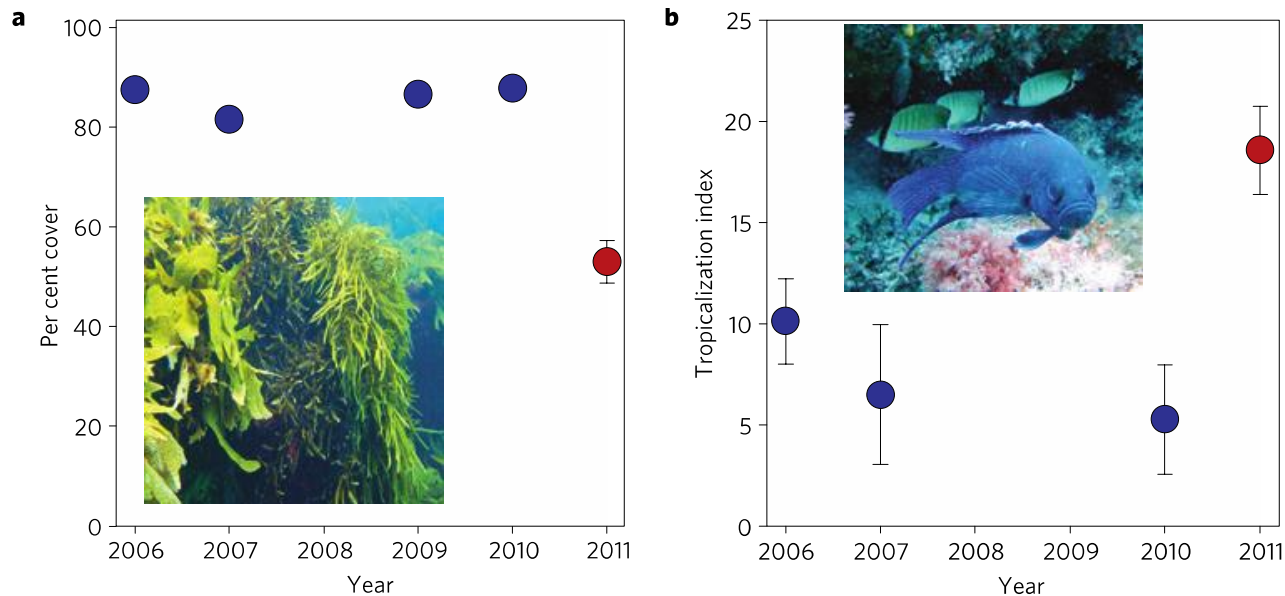


Figure 4 | Changes in seaweed canopy cover and tropicalization index for fish communities following the marine heat wave of 2011. a, Mean percentage cover ($\pm$ s.e.m., $n =$ three sites with six pooled quadrat samples) of the entire macroalgal canopy (that is, kelps and fucoids) and **b**, mean contribution ($\pm$ s.e.m., $n =$ three sites with three pooled transects) of tropical species to overall fish community composition during each year of sampling (temperate Western Blue Devil (*Paraplesiops meleagris*) with tropical *C. assarius* in the background).

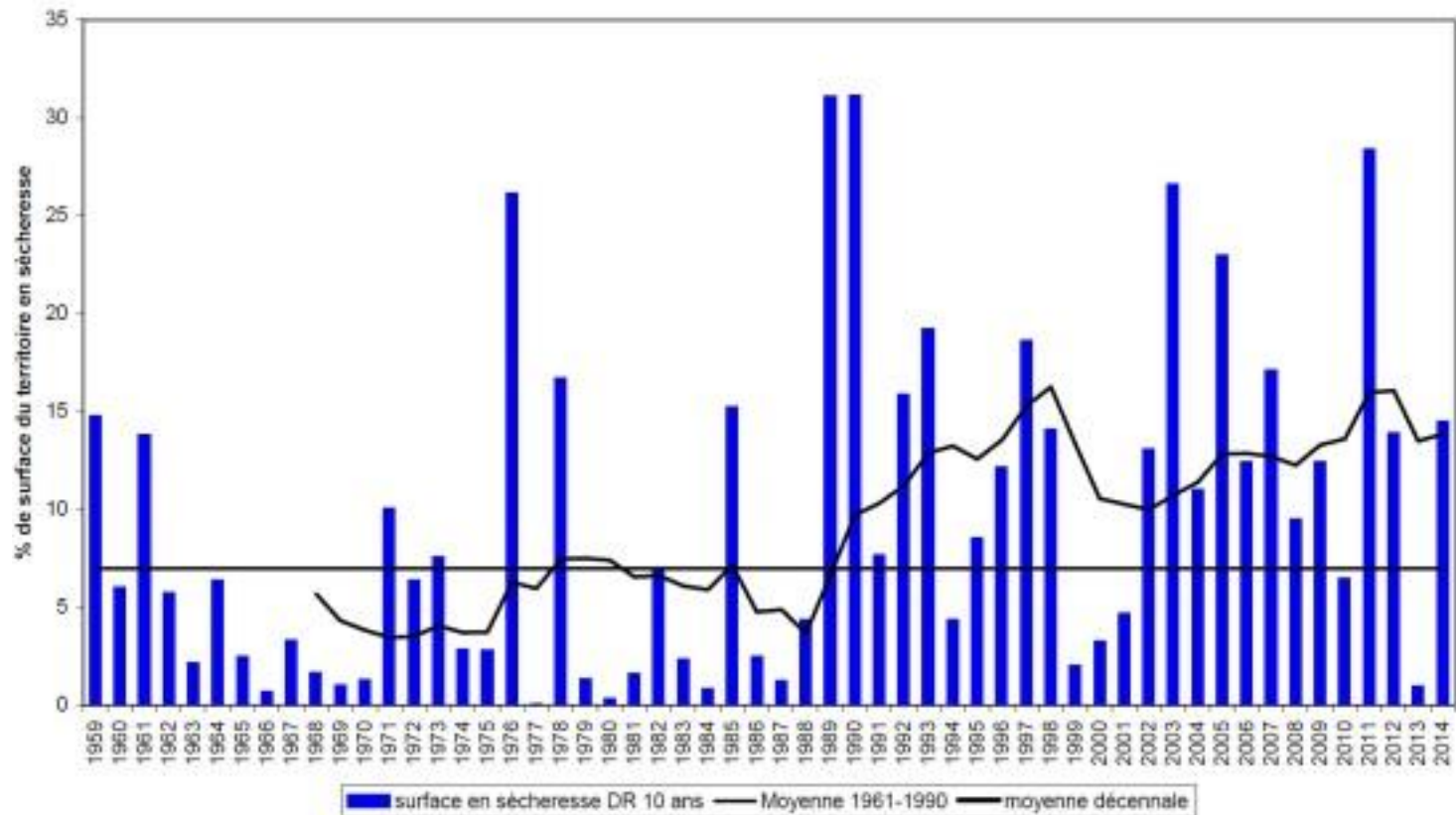
- Effet physiologique direct sur les macrophytes et les poissons d'eau chaude
- Effet indirect sur la perte de couvert par les macroalgues

Modification du fonctionnement des écosystèmes

- Modification de la capacité des espèces à exercer leur rôle au sein des écosystèmes
 - ✓ Diminution d'abondance
 - ✓ Extinctions d'espèces
 - ✓ Désynchronisation ressources-utilisateurs
 - ✓ Déstructuration des relations trophiques
 - ✓ Espèces invasives
 - ✓ Modification des paramètres physicochimiques
 - ✓ Interaction entre de nombreux facteurs
 - Diminution des habitats favorables et augmentation de la compétition
- Autres influences Anthropiques
 - ✓ Dégradation des habitats
 - ✓ Pollutions
- Modification des services rendus à l'homme par la biodiversité
 - ✓ Production de nourriture
 - ✓ Pollinisation
 - ✓ Dégradation de la matière organique
 - ✓ Accroissement de l'érosion et des coulées de boue
 - ✓ Inondations



Surface annuelle de la France touchée par la sécheresse



Indicateur annuel de sécheresse des sols en France publié sur le site de l'ONERC : pourcentage annuel du territoire en sécheresse et moyenne décennale glissante. Il est disponible depuis 1959. Si les événements les plus forts sont ceux de la période 1989-1990, la tendance à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses est sensible depuis la fin des années 1980, comme le montre notamment la répétition des épisodes secs depuis le début du XXI^e siècle (2011, 2003, 2005).



En résumé pour la biodiversité

- Risque de 15 à 37 % d'extinction pour les populations animales (Thomas *et al.*, 2004)
- 41 à 63 % des plantes européennes menacées d'extinction (Thuillier *et al.*, 2005)
- En absence de migration, 22 % des espèces subiront une perte de leur aire de répartition de plus de 80 %



Approaching a state shift in Earth's biosphere

Anthony D. Barnosky^{1,2,3}, Elizabeth A. Hadly⁴, Jordi Bascompte⁵, Eric L. Berlow⁶, James H. Brown⁷, Mikael Fortelius⁸, Wayne M. Getz⁹, John Harte^{9,10}, Alan Hastings¹¹, Pablo A. Marquet^{12,13,14,15}, Neo D. Martinez¹⁶, Arne Mooers¹⁷, Peter Roopnarine¹⁸, Geerat Vermeij¹⁹, John W. Williams²⁰, Rosemary Gillespie⁹, Justin Kitzes⁹, Charles Marshall^{1,2}, Nicholas Matzke¹, David P. Mindell²¹, Eloy Revilla²² & Adam B. Smith²³

Localized ecological systems are known to shift abruptly and irreversibly from one state to another when they are forced across critical thresholds. Here we review evidence that the global ecosystem as a whole can react in the same way and is approaching a planetary-scale critical transition as a result of human influence. The plausibility of a planetary-scale 'tipping point' highlights the need to improve biological forecasting by detecting early warning signs of critical transitions on global as well as local scales, and by detecting feedbacks that promote such transitions. It is also necessary to address root causes of how humans are forcing biological changes.

54 | NATURE | VOL 486 | 7 JUNE 2012

- **Bascullement majeur et irréversible de l'écosystème terre**
 - ❖ Transformation de 43 % de l'écosystème terrestre en écosystème agricole
 - ❖ Fragmentation et dégradation des écosystèmes naturels
 - ❖ Pollution des Océans avec l'apparition de zones mortes
 - ❖ 450 zones mortes représentant 6,6 millions de Km²
 - ❖ Changements climatiques
 - ❖ Pollution de l'air



Que faire ?

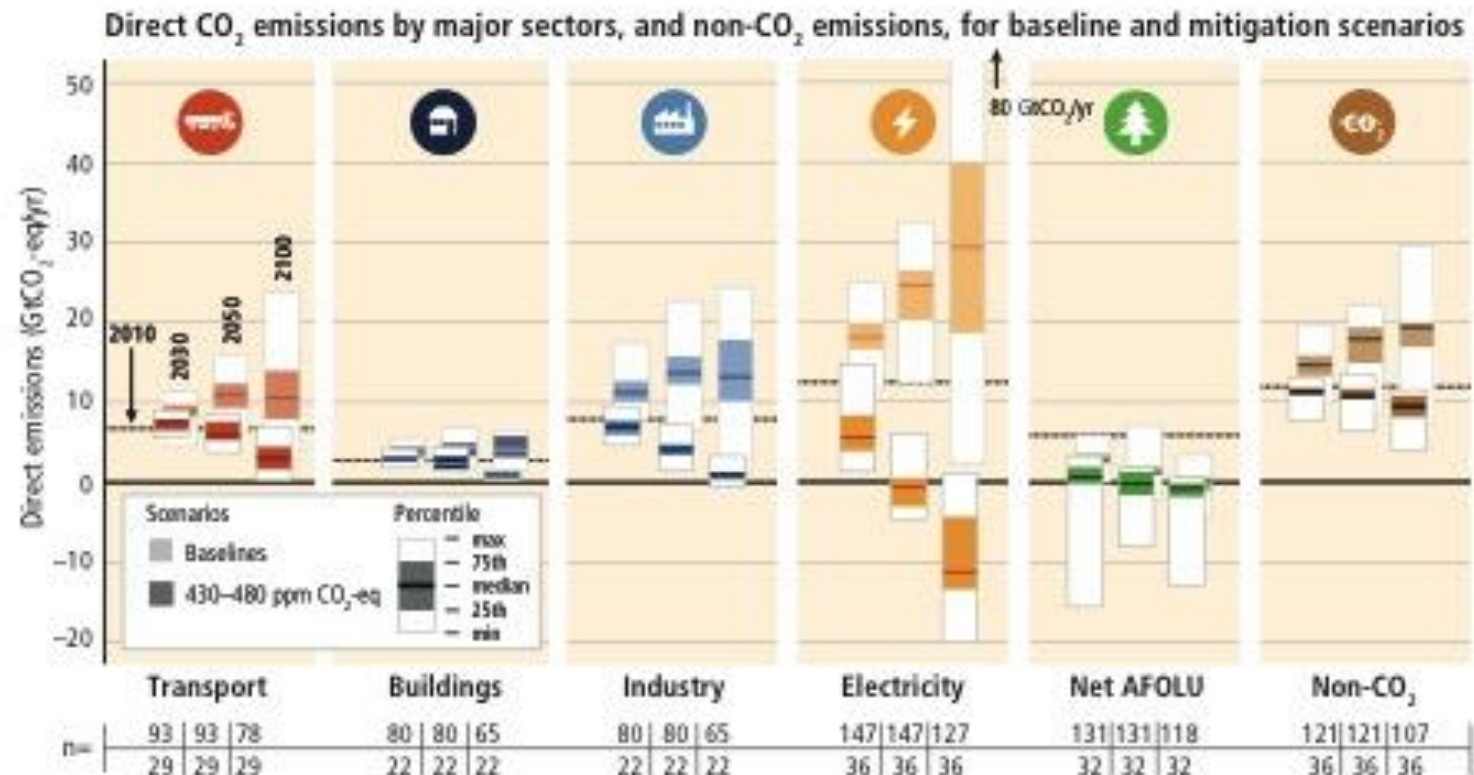


Figure SPM.14 | Carbon dioxide (CO₂) emissions by sector and total non-CO₂ greenhouse gases (Kyoto gases) across sectors in baseline (faded bars) and mitigation scenarios (solid colour bars) that reach about 450 (430 to 480) ppm CO₂-eq concentrations in 2100 (likely to limit warming to 2°C above pre-industrial levels). Mitigation in the end-use sectors leads also to indirect emissions reductions in the upstream energy supply sector. Direct emissions of the end-use sectors thus do not include the emission reduction potential at the supply-side due to, for example, reduced electricity demand. The numbers at the bottom of the graphs refer to the number of scenarios included in the range (upper row: baseline scenarios; lower row: mitigation scenarios), which differs across sectors and time due to different sectoral resolution and time horizon of models. Emissions ranges for mitigation scenarios include the full portfolio of mitigation options; many models cannot reach 450 ppm CO₂-eq concentration by 2100 in the absence of carbon dioxide capture and storage (CCS). Negative emissions in the electricity sector are due to the application of bioenergy with carbon dioxide capture and storage (BECCS). 'Net' agriculture, forestry and other land use (AFOLU) emissions consider afforestation, reforestation as well as deforestation activities. (4.3, Figure 4.1)

Take-home message

- Une réduction substantielle des gaz à effet de serre est nécessaire dans les prochaines décennies
- Objectifs de la COP21
 - ✓ limiter la hausse des températures mondiales à 2°C
 - ✓ de 40 et 70 % de baisse des émissions d'ici à 2050.
- Comment ?
 - ✓ Par une réduction de notre gaspillage énergétique et une diminution globale de notre consommation
 - ✓ Par une forte diminution de la consommation des combustibles fossiles
 - ✓ Par le recours aux énergies renouvelables
 - ✓ Par la protection et la restauration des milieux naturels
 - ✓ Par une diminution drastique de la pollution et de la surexploitation des océans
- Cela implique aussi
 - ✓ De tenir compte de tous les autres impacts négatifs de notre mode de développement économique sur la surexploitation de la planète





Pour votre info



Merci de votre attention

