



CONVENTION SUR ESPÈCES MIGRATRICES

Distr.
GENERAL

PNUE/CMS/Conf. 8.22
17 octobre 2005

FRANÇAIS
ORIGINAL: ANGLAIS

HUITIEME SESSION DE LA
CONFERENCE DES PARTIES
Nairobi, 20-25 Novembre 2005
Point 13 (b) de l'ordre du jour

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ESPECES MIGRATRICES

(Document soumise par l'Royaume-Uni)

Ils sont reproduits ci-dessous le résumé exécutif et le résumé détaillé du rapport sur les changements climatiques et les espèces migratrices soumis par le Royaume-Uni. Le texte intégral du rapport, en anglais seulement, est disponible en tant que document UNEP/CMS/Inf. 8.19.

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Contexte

Notre climat change et il apparaît déjà de façon indubitable que ces changements ont une incidence sur la faune et la flore. Nous avons réalisé une revue bibliographique et consulté les experts lors d'un atelier international spécialement organisé pour identifier l'étendue des effets des changements climatiques et pour essayer de comprendre dans quelle mesure les populations migratrices pourraient être touchées par ces changements. Le principal outil de conservation des espèces migratrices est la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (dite CMS), ainsi que les accords et protocoles d'entente auxquels elle a donné le jour. Plusieurs autres outils politiques internationaux couvrent certaines espèces migratrices, mais seule la Convention de Ramsar (accord relatif à la protection des zones humides) mentionne explicitement les changements climatiques.

La connaissance des effets probables des changements climatiques à venir est très variable selon les groupes taxinomiques, les mieux connus étant ceux touchant les oiseaux. Parmi les espèces d'oiseaux répertoriées par la CMS, 84 % sont confrontées à un certain nombre de menaces liées aux changements climatiques, dont près de la moitié sont dues à une modification du débit des eaux. Ce problème équivaut en importance à l'ensemble des menaces engendrées par toutes les autres causes anthropogéniques. Pour pouvoir prévoir avec succès les effets des changements climatiques, il sera nécessaire de mieux comprendre la réaction des populations, en cherchant à connaître les effets du climat sur les capacités reproductrices et la survie. Nos connaissances sur ces questions sont réduites pour tous les groupes de faune sauvage, en particulier parce que les capacités reproductrices et la survie varient souvent en fonction de la densité de population et ce à un degré qui nous est inconnu. Si à ce jour aucune espèce ne semble avoir disparu uniquement du fait de changements climatiques (à l'exception peut-être du crapaud doré), de nombreuses extinctions (d'espèces migratrices et non migratrices) sont néanmoins à prévoir à l'avenir.

Effets des changements climatiques sur les espèces migratrices

Les variations de l'étendue des populations sont largement documentées pour toutes les catégories taxinomiques, la répartition de la plupart d'entre elles tendant à se décaler en direction des pôles. L'incidence des espèces "méridionales" telles que l'aigrette garzette (oiseau), la tortue caouanne et le rouget-barbet (poisson) est croissante au Royaume-Uni. Les zones d'hivernage des populations d'oiseaux changent en raison de la modification des comportements migratoires liée au climat. En réponse à l'élévation des températures, de nombreux échassiers, tels que le pluvier gravelot, passent désormais leur période d'hivernage à l'est de la Grande-Bretagne (plus près de leurs terres de reproduction) plutôt que sur la côte occidentale. Les fauvettes à tête noire européennes sont aujourd'hui de plus en plus nombreuses à migrer vers l'ouest de la Grande-Bretagne plutôt que vers le sud, et les pouillots véloces demeurent au Royaume-Uni pendant l'hiver (au lieu de migrer vers le sud). Les changements climatiques réduiront la probabilité que les espèces étrangères envahissantes s'installent, ce qui pourrait avoir des effets importants sur la biodiversité locale.

Les barrières opposées aux migrations pourraient se montrer plus marquées en réaction aux changements climatiques. De nombreux oiseaux migrateurs utilisent la région du Sahel, en Afrique, pour se ressourcer avant la traversée du désert du Sahara. La diminution des précipitations et le surpâturage sont à l'origine d'une désertification croissante et d'une baisse de qualité de la végétation. Les progénitures d'espèces telles que la fauvette grisette sont considérablement inférieures en nombre lors des années de sécheresse, si bien qu'un déclin supplémentaire des populations de migrateurs trans-sahariens pourrait être attendu en raison des changements climatiques. Les interactions entre les changements climatiques et les exploitations par l'Homme sont vastes mais n'ont que peu été quantifiées. Par exemple, la modification des trajets migratoires des gnous, en Afrique, est entravée par la présence de clôtures de parcs ; les modifications de la pluviométrie en Amérique du sud entraînent la construction de barrages constituant un obstacle majeur à la migration du Tucuxi (dauphin d'eau douce). De nombreux oiseaux d'eau dépendent, pour leurs migrations, d'un réseau de zones humides peu nombreuses et éloignées les unes des autres, qui sont menacées par la montée des eaux. De nombreux sites sont également victimes du développement et du captage croissant de l'eau (en raison des changements climatiques), ce qui vient s'ajouter aux menaces directes liées au climat.

Le problème de la conservation est particulièrement grave pour les espèces de la région arctique et des montagnes (dont la plupart sont migratrices), celles-ci ne pouvant guère se répartir davantage vers le nord en cas de climats plus chauds. De nombreux échassiers migrateurs, tels que le bécasseau maubèche (espèce menacée), connaissent un fort déclin de leurs populations et certains, tels que le bécasseau spatule, risquent l'extinction. Parmi les mammifères, l'ours blanc et le phoque nordique sont un grand sujet d'inquiétude en raison de la fonte des glaces arctiques. La montée des eaux nous entraîne vers la disparition des plages utilisées par les tortues pour la nidification (32 % des plages utilisées pour la nidification des tortues dans la région des Caraïbes risquent de disparaître si une montée des eaux de 0,5 m se produit) et par les phoques (par ex., le phoque moine méditerranéen, espèce menacée), et vers la disparition des zones côtières à haut fond utilisées par les baleines, les dauphins, les dugongs et les lamantins (le dauphin à nez blanc, par ex., a besoin d'eaux froides de moins de 200 m de profondeur).

L'un des principaux effets du climat sur les espèces migratrices (et les autres) sera la modification de la répartition des proies, aspect déjà décrit avec précision dans certains cas. Les perturbations de cette nature constituent une menace capitale pour les écosystèmes marins. Des modifications importantes au niveau de la répartition géographique (avec des décalages allant jusqu'à 10° de latitude) et de l'abondance (avec des diminutions atteignant un centième voire un millième des niveaux antérieurs) du plancton, en réaction au changement de température de la surface des eaux, ont d'ores et déjà été démontrées (en particulier pour le Krill, composant crucial des chaînes alimentaires en milieu marin). Ces modifications ont altéré la répartition et la quantité de nombreuses espèces marines, comme la morue, le saumon, le dauphin pilote (ou globicéphale noir), la mouette tridactyle et un certain nombre d'espèces de manchots. Les phoques en phase de reproduction sont particulièrement vulnérables aux effets des changements climatiques dans la mesure où ils dépendent de l'accès à des sites d'échouage relativement paisibles à portée de proies abondantes.

Les modifications du déroulement chronologique des événements biologiques sont bien décrits. Par exemple, on sait que les oiseaux migrateurs britanniques rejoignent leurs zones de reproduction deux ou trois semaines plus tôt qu'il y a trente ans. Les dates de ponte sont également plus précoces qu'avant, pour les oiseaux comme pour les tortues. Cependant, la modification des dates de ponte des oiseaux migrateurs (habituellement de 2 j/1 °C) semble moins importante que la modification phénologique touchant la végétation et les invertébrés (habituellement de 6 j/1 °C), ce qui pourrait aboutir à créer un décalage entre les oiseaux et leurs proies. Des éléments viennent déjà corroborer ce phénomène chez certaines populations d'oiseaux, en particulier chez le gobemouche noir, mais ces effets peuvent être spécifiques à des régions données. Par conséquent, il apparaît clairement que les oiseaux migrateurs parcourant de longues distances, comme l'hirondelle, pourraient être moins capables de s'adapter d'un point de vue phénologique que les migrateurs se déplaçant sur de courtes distances, comme le pouillot véloce. Le réchauffement des hivers favorise la sortie d'hibernation précoce des chauves-souris mais les effets du phénomène sur les populations ne sont pas connus.

La fécondité des espèces d'oiseaux est influencée positivement par la température et des augmentations sur le long terme ont été signalées chez de nombreuses espèces, telles que le gobemouche noir ; par contre, la fécondité des cétacés décroît lorsque les eaux deviennent plus chaudes (la baisse de fécondité observée chez les cachalots lors du phénomène El Niño donne une idée des tendances à venir). On ignore dans quelle mesure les populations parviendront à s'adapter à ces changements en jouant sur leur répartition géographique. La proportion de chaque sexe dans les couvées de tortues dépend de la température et il se pourrait donc qu'un réchauffement aboutisse à des populations entièrement féminines. La survie des individus est elle aussi étroitement liée aux conditions climatiques. S'agissant des oiseaux, la hausse des températures hivernales risque probablement d'augmenter le taux de survie de ceux qui passe l'hiver à des latitudes septentrionales, comme cela a pu être observé chez certaines espèces d'échassiers, tandis que ceux qui hivernent à des latitudes méridionales risquent plus probablement de souffrir de la baisse des précipitations. Il est également possible que les schémas de transmission des maladies se trouvent modifiés en raison des effets des changements climatiques sur la répartition des vecteurs et la croissance des agents pathogènes (mais cet aspect reste teinté d'incertitude étant donné le manque de connaissances sur la question). La mortalité à grande échelle des cétacés et des phoques de la Méditerranée et de la Mer du nord au cours de la dernière décennie ou l'augmentation du nombre de fibropapillomes chez les tortues vertes sont des exemples possibles de ce phénomène.

La variation de la taille des populations dépend à la fois de la survie des individus et des capacités reproductrices. Les effets des changements climatiques seront donc fonction de l'équilibre relatif entre ces deux facteurs. Par exemple, au sein d'une colonie de manchots empereurs, la hausse de température de la surface des eaux a poussé les manchots à s'aventurer plus loin de la colonie pour s'alimenter (réduisant ainsi leur survie), mais les manchots ont parallèlement connu un meilleur taux de survie des couvées ; les effets sur la survie ont toutefois été plus marqués et la taille de la colonie a diminué. En général, les modifications de la survie et de la fécondité interagiront avec la densité des populations et des scénarios quantitatifs concernant les variations de taille des populations devront donc être élaborés plus avant.

Priorités futures

Au niveau des écosystèmes terrestres, les modifications du débit des eaux (par ex., via l'intensification du captage des eaux et la fréquence accrue des sécheresses) et la disparition des habitats fragiles (en particulier de la toundra arctique) risquent probablement d'affecter la majorité des espèces migratrices. L'adaptation (par la gestion des habitats) aux changements climatiques pourrait certes être bénéfique aux écosystèmes terrestres et, dans une certaine mesure, aux systèmes marins, mais une atténuation des émissions demeurerait nécessaire pour que des effets bénéfiques significatifs puissent être obtenus au niveau des milieux marins. Dans de nombreux cas, une diminution des effets anthropogéniques (liés par exemple à la surexploitation ou la disparition des habitats) aiderait les divers groupes taxinomiques à s'adapter. De façon plus générale, la préservation de tailles de populations conséquentes, permettant des variations suffisantes, donnerait aux populations de meilleures chances de s'adapter. Parmi les groupes taxinomiques terrestres, certaines espèces migratrices ont besoin d'un réseau cohérent de sites isolés. Une gestion suffisamment flexible des sites en fonction du changement des conditions est donc

nécessaire. D'autres ont besoin de corridors d'habitats continus et d'une planification de l'utilisation des terres à grande échelle. La modification des schémas d'exploitation par l'Homme en réaction aux changements climatiques constitue une menace majeure et les mesures de protection devront la prendre en compte, en y voyant tant la menace qu'elle représente que l'occasion qu'elle offre d'en tirer des bénéfices grâce à une gestion multifonctionnelle de l'écosystème.

Il est essentiel de s'engager à soutenir les programmes de surveillance à long terme pour être sûrs d'optimiser les résultats en exploitant les réseaux de recueil de données existants (à l'aide de protocoles normalisés) en vue de détecter les effets à long terme des changements climatiques ainsi que de surveiller le bon fonctionnement des mesures d'adaptation. Il est également nécessaire de rassembler des informations sur les sites d'étape des migrations afin de repérer les réseaux migratoires de façon cohérente et de cibler les actions de protection des sites. La mise en œuvre ciblée et l'application des mesures existantes devraient permettre d'assurer en grande partie la protection nécessaire, comme ce serait le cas si les codes d'orientation existants étaient plus largement utilisés. Les cadres de travail visant à la planification de l'exploitation intégrée des terres existent déjà dans diverses parties du monde, et ils gagneraient à être développés et mis en application plus largement.

RÉSUMÉ DÉTAILLÉ

1. Introduction

- 1.1. La modification du climat est l'un des principaux facteurs risquant de toucher les écosystèmes de la planète au cours des prochaines décennies^{43,35}. L'augmentation de la température globale au 20^{ème} siècle a été la plus élevée connue en un seul siècle depuis 1 000 ans et elle a été associée à des modifications des schémas météorologiques, des précipitations, de l'enneigement, de la température des mers et du niveau des eaux.
- 1.2. Il apparaît d'ores et déjà très nettement que les animaux et les végétaux ont été touchés par les récents changements climatiques^{79,53,35}. Les espèces migratrices, qui parcourent de grandes distances, sont soumises à une vaste palette d'influences environnementales et doivent compter sur une large diversité de ressources naturelles, sont particulièrement susceptibles d'être touchées par les modifications climatiques à un moment ou un autre de leurs cycles de vie. Il peut s'agir d'effets concernant toutes les espèces d'une zone ou d'effets propres aux migrants.
- 1.3. Cette analyse vise à (i) évaluer la solidité des preuves scientifiques actuelles indiquant un lien entre les modifications climatiques et les comportements, nombres et répartitions des espèces migratrices, (ii) identifier les effets que les changements climatiques ont eu, et pourront avoir à l'avenir, sur les espèces migratrices, (iii) déterminer quelles sont les espèces menacées par les changements climatiques et commenter les mesures proposées pour combattre ces menaces, et enfin (iv) débattre sur la fiabilité ou l'incertitude des effets anticipés.
- 1.4. Le gouvernement britannique est partie prenante d'un certain nombre de traités et accords internationaux ayant pour objectif de favoriser et de pérenniser la conservation des espèces migratrices de faune sauvage et le DEFRA joue un rôle moteur pour le gouvernement dans ces secteurs, la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, dite "CMS") en constituant le principal outil de protection valable. Dans cette analyse, nous nous sommes concentrés sur les espèces migratrices présentes sur la Grande-Bretagne et ses territoires d'outre-mer (TOM).
- 1.5. Dans le cadre de cette analyse, nous nous basons sur la définition des espèces migratrices selon la CMS, à savoir les espèces dont « une proportion significative des individus traverse de façon cyclique et prévisible une ou plusieurs frontières nationales ».
- 1.6. Les changements climatiques peuvent certes avoir des effets sur les physiologies et comportements individuels, mais il est plus intéressant, du point de vue de la protection des espèces, de se pencher sur les effets de ces changements sur la taille des populations et leurs caractéristiques dynamiques.

Par conséquent, les facteurs de changement climatique les plus pertinents sont ceux ayant une incidence sur la capacité d'un organisme à survivre ou à se reproduire. Nous parlerons d'*impact* lorsque la taille de la population est en jeu et d'*effet* lorsque l'état biologique des espèces est altéré mais que la taille de la population ne l'est pas directement.

2. Cadre législatif

- 2.1. Le principal outil de conservation des espèces migratrices est la Convention sur la conservation des espèces migratrices d'animaux sauvages (dite CMS) signée à Bonn, en Allemagne, en décembre 1979 et ratifiée depuis par 91 parties (au 1^{er} juillet 2005 ; www.cms.int). C'est d'ailleurs la seule convention intergouvernementale globale portant exclusivement sur la conservation et la gestion des espèces migratrices. Il s'agit d'un document cadre appuyé par un Secrétariat, lui-même placé sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'environnement, et suivi par une Conférence des parties triennale.
- 2.2. La CMS déclare que les états ont un devoir de protection des espèces migratrices résidant dans leurs frontières légales ou les traversant et reconnaît que la gestion effective de ces espèces nécessite une action concertée de tous les états dans lesquels celles-ci passent une partie de leur cycle de vie (les "pays visités"). La Convention décrète la nécessité de protéger les espèces menacées (répertoriées dans l'annexe I) et celles qui pourraient tirer avantage d'efforts coordonnés au niveau international (annexe II).
- 2.3. La CMS trouve sa force dans sa fonction d'encadrement qui permet d'en tirer des accords pouvant être conclus en vue de couvrir des groupes particuliers de façon plus spécifique. À ce jour, six accords légalement contraignants et sept protocoles d'entente formels (mais non contraignants) ont été conclus entre les états visités concernés.
- 2.4. Les accords couvrent les espèces européennes de chauves-souris et de cétacés, les phoques de la mer de Wadden (en mer du nord) et deux groupes d'oiseaux, les albatros océaniques et les pétrels, ainsi que les oiseaux d'eau migrateurs empruntant le couloir aérien de la région Afrique-Eurasie.
- 2.5. Les protocoles d'entente couvrent les tortues marines (des eaux africaines et de l'Océan Indien), quatre espèces d'oiseaux (la grue de Sibérie ou *Grus leucogeranus*, le courlis à bec grêle ou *Numenius tenuirostris*, la grande outarde ou *Otis tarda* et le phragmite aquatique ou *Acrocephalus paludicola*) et un mammifère terrestre (le cerf de bactriane ou *Cervus elaphus bactrianus*).
- 2.6. La Convention sur la biodiversité (Convention on Biological Diversity, CBD, www.biodiv.org), mise au point lors du Sommet pour la terre qui s'est tenu à Rio de Janeiro en 1992, a été ratifiée par 188 pays et a approuvé l'objectif consistant à obtenir « d'ici à 2010 une baisse significative de la vitesse actuelle de perte de biodiversité aux niveaux global, régional et national afin de contribuer à limiter l'appauvrissement et au profit de toutes les formes de vie de la terre ». Le Royaume-Uni est parvenu à se mettre d'accord sur des plans d'action (www.ukbap.org.uk) concernant 391 espèces, dont certaines sont couvertes par la CMS, et certains habitats utilisés par les espèces migratrices. Les avancées accomplies dans les territoires d'outre-mer (TOM) britanniques ont été plus lents (et les territoires britanniques de l'Antarctique et de l'Océan Indien en sont exclus), mais devraient être relancées par l'entrée en action en 2003 du Programme environnemental pour les territoires d'outre-mer (Overseas Territories Environment Programme) destiné à soutenir l'application des chartes pour l'environnement conclues pour chaque TOM, ainsi que les accords multilatéraux sur l'environnement (AME).
- 2.7. Les autres outils en rapport avec les espèces migratrices sont notamment la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES, www.cites.org), la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (United Nations Convention on the Law of the Sea) concernant les poissons et cétacés, le Traité sur les oiseaux migrateurs

(Migratory Bird Treaty Act, <http://migratorybirds.fws.gov>), en Amérique du nord uniquement, et la Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau ou Convention de Ramsar (Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat, www.ramsar.org). Cette dernière revêt une importance particulière pour les oiseaux migrateurs dans la mesure où la plupart des oiseaux d'eau sont migrateurs. Sont également pertinentes, en particulier pour la préservation des habitats utilisés par les espèces migratrices, les directives européennes relatives aux oiseaux sauvages (79/409/CEE) et aux habitats (92/43/CEE), la Convention de Berne sur la préservation de la vie sauvage et des habitats naturels (Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats) et les traités pour l'Antarctique, comme la Commission pour la préservation des ressources marines vivantes de l'Antarctiques (Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources).

- 2.8. La Convention de Ramsar est le seul outil international de protection des espèces migratrices faisant explicitement référence aux changements climatiques, appelant, entre autres choses, les parties à « gérer les zones humides de façon à accroître leur résilience face aux changements climatiques et aux événements météorologiques extrêmes et à limiter les risques d'inondation et de sécheresse dans les pays vulnérables, en favorisant la protection des zones humides et des lignes de partage des eaux » ainsi qu'à « déployer tous les efforts possibles lors de la mise en pratique du protocole de Kyoto, notamment par la revégétalisation et le reboisement, pour que cette mise en œuvre n'aboutisse pas à une détérioration écologique de leurs zones humides »⁴. Les zones humides fournissent des sites d'étape essentiels à de nombreuses espèces d'oiseaux répertoriées par la CMS.

3. Changements climatiques anticipés

- 3.1. Notre climat change¹. La température moyenne de surface globale a augmenté au fil du 20^{ème} siècle d'environ 0,6 °C et les précipitations ont également augmenté au cours de cette période, en particulier sur les latitudes moyennes et hautes. Ces phénomènes ont eu des impacts secondaires, par exemple sur l'étendue des glaces (qui a diminué) ou sur le niveau global des eaux (qui s'est élevé). Ces modifications sont démontrables.
- 3.2. Le système climatique est composé d'un certain nombre d'éléments : l'atmosphère, les océans, la surface terrestre, la cryosphère (zones de glace) et la biosphère (y compris les influences humaines). Chacun de ces systèmes est le résultat d'une vaste palette de facteurs moteurs, et le climat est le résultat d'interactions complexes entre chacun de ces éléments. Les modèles climatiques globaux (MCG), qui simulent les processus physiques impliqués, sont utilisés pour prévoir les changements à venir dans le cadre de scénarios donnés de modifications possibles des émissions de gaz à effet de serre et autres aérosols. Des modèles de circulation régionale, qui se basent pour leur élaboration détaillée sur un MCG, ont été utilisés dans certaines régions, comme au Royaume-Uni, pour décrire plus précisément les implications des changements climatiques à venir.
- 3.3. Le Panel intergouvernemental sur les changements climatiques (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) a été formé par l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement afin de parvenir à une vision consensuelle coordonnée et largement approuvée sur les processus climatiques globaux. Dans le cadre de son Troisième rapport d'évaluation, il a élaboré une série de scénarios repères (ou futurs alternatifs) prenant en compte la grande variabilité des possibilités décrites dans les publications sur le sujet, destinée à servir de base à la prédiction du volume d'émissions de gaz à effet de serre et des changements climatiques qui s'ensuivront⁵². Ces scénarios décrivent l'ample dichotomie entre le développement des objectifs économiques et environnementaux d'une part et le développement global et régional d'autre part. Chaque hypothèse part sur le principe d'une orientation différente des développements futurs mais, à eux tous, ils englobent la palette des incertitudes quant au développement des principales forces motrices à l'origine des changements climatiques. Il est impossible d'attribuer un niveau de probabilité aux différents scénarios, si bien que tous sont considérés comme également plausibles.

- 3.4. Afin d'éviter les effets de fluctuation annuelle des modèles de changements climatiques, une moyenne des résultats des modèles est généralement calculée sur un certain nombre d'années. Ainsi, les simulations portent habituellement sur la période allant d'« aujourd'hui » (1961–1990) à 2070–2099 (dites « années 2080 »). De façon globale, une hausse des températures allant de 1,4 à 5,8 °C est anticipée pendant le siècle à venir⁴³. Ce niveau de réchauffement est bien supérieur aux changements observés au cours du 20^{ème} siècle. Le réchauffement le plus marqué sera probablement celui touchant les régions terrestres, en particulier aux latitudes les plus hautes (en hiver), et le plus faible celui touchant l'Asie du sud-est (en été) et le sud de l'Amérique latine (en hiver). On prévoit également une augmentation globale des précipitations moyennes au cours du 21^{ème} siècle ; on s'attend toutefois à noter d'importantes variations régionales et saisonnières et l'amplitude du changement est plus incertaine⁴³.
- 3.5. Les prévisions concernant les petites îles des TOM britanniques d'après les MCG à grande échelle sont incertaines. Le niveau de réchauffement anticipé est similaire dans les TOM britanniques (de l'ordre de 1 à 3 °C, mais pourrait être supérieur^{50,65}), et il est probable que les deux territoires situés dans la région méditerranéenne (Gibraltar et Chypre) connaissent un niveau de réchauffement plus élevé ; les îles de l'Atlantique sud sembleraient moins touchées par le réchauffement d'après les prévisions. Le niveau des précipitations devrait baisser de façon générale sur les deux territoires méditerranéens. Sur les territoires des Caraïbes, les prévisions sont mitigées^{50,65}, mais la tendance serait à l'augmentation des précipitations pendant les mois d'automne et d'hiver (septembre à février) et à la diminution pendant les mois d'été.
- 3.6. Les territoires des Caraïbes seront influencés par la modification des oscillations australes d'El Niño (El Niño Southern Oscillation, ENSO), influences qui se feront sentir plus largement⁷. Les phases chaudes du phénomène ENSO sont devenues plus fréquentes, plus persistantes et plus intenses depuis le milieu des années 1970, amenant des dessèchements et des chutes de pluie plus extrêmes et augmentant les risques de sécheresses et d'inondations. Il n'est pas certain que se produise une augmentation de la fréquence des cyclones tropicaux, mais il est probable que ceux-ci deviennent plus violents, avec des pics de vitesse des vents plus élevés, des chutes de pluie plus intenses et des tempêtes de plus grande ampleur.
- 3.7. Les scénarios de changements climatiques laissent également penser que les oscillations de l'Atlantique nord (North Atlantic Oscillation, NAO) deviendront plus positives à l'avenir, entraînant des hivers plus humides, plus venteux et plus doux le long des côtes de l'Atlantique est⁴³. En plus de ces déplacements à grande échelle des schémas climatiques, il est probable que croisse la fréquence de formation des tempêtes ; la vitesse des vents et la taille des vagues ont déjà augmenté dans la Mer du nord.
- 3.8. Il y a consensus sur le schéma général des changements climatiques au Royaume-Uni⁴² et en Europe^{25,54} (résumé dans le tableau 1). Les températures devraient probablement augmenter (mais voir le point 3.11), les précipitations devraient diminuer en été et augmenter en hiver, et la fréquence et la violence des événements extrêmes (inondations, tempêtes, par ex.) devraient croître. Le climat britannique a déjà commencé à changer en ce sens, même si ces modifications peuvent encore être considérées comme étant dans les limites de la plage "normale" de variabilité.
- 3.9. Le Royaume-Uni accueillant de nombreux oiseaux migrateurs en provenance de Scandinavie et de la région Arctique (lesquels passent l'hiver au R.-U.) et certains reproducteurs britanniques passant l'hiver dans le sud de l'Europe ou en Afrique, le climat de ces régions doit également être pris en considération¹¹. Il est probable que les températures augmenteront nettement sous les hautes latitudes et en Afrique^{43,50}. En Afrique, les précipitations, dont dépend particulièrement la végétation, devraient probablement diminuer, en particulier sur l'ouest et le sud de l'Afrique, régions où la majorité des populations d'oiseaux britanniques passe l'hiver boréal^{43,50}.
- 3.10. La chaleur contenue globalement dans les océans a augmenté de façon significative depuis la fin des années 1950, plus de la moitié de cette augmentation touchant les 300 premiers mètres de la

surface des océans⁴³. La Mer du nord se réchauffe également, avec une augmentation de la température annuelle moyenne d'environ 0,6 °C relevée sur les 70 à 100 dernières années, dont la majeure partie dans les 20 dernières années⁴². La température des eaux côtières britanniques devrait continuer à augmenter à un rythme néanmoins plus lent que celle des terres.

- 3.11. Un recul des glaces d'environ 10 à 15 % s'est produit lors des printemps et étés arctiques, ainsi qu'une chute de 40 % de l'épaisseur des glaces⁴³. Dans la région arctique, une quantité plus importante d'eau douce issue de la fonte des glaces et des neiges sera libérée dans l'Atlantique nord, passant par le détroit de Fram entre le nord-est du Groenland et l'archipel du Svalbard, ce qui pourrait avoir une incidence considérable sur la salinité des eaux de l'Atlantique nord et modifier les courants et mouvements de circulation à grande échelle. La plupart des modèles font apparaître un affaiblissement de la circulation thermohaline dans l'Atlantique nord entraînant une réduction du transport de chaleur vers les hautes latitudes de l'hémisphère nord ; des scénarios prévoient un affaiblissement du Gulf Stream, qui pourrait atteindre 25 % d'ici aux années 2080⁴³ ; il est toutefois improbable que ce dernier disparaisse complètement⁴².
- 3.12. Une modification de la salinité de l'eau de mer est anticipée, mais celle-ci devrait être variable selon les régions et dépendra des mouvements de circulation des eaux. Par exemple, la salinité des eaux océaniques écossaises a globalement augmenté⁷⁵, ce qui indique l'arrivée d'eaux plus chaudes et plus salées venant de zones plus au sud de l'Atlantique ; par contre, dans les zones de pêche du sud de la Mer du nord, on observe une tendance visible à la diminution de la salinité liée à l'augmentation des apports en eaux douces en provenance des fleuves côtiers.
- 3.13. Les mesures des marées montrent que le niveau moyen global des eaux a augmenté de 0,1 à 0,2 m au cours du 20^{ème} siècle⁴³ ; au R.-U., le niveau de la mer s'est élevé de 0,1 m⁴². Une hausse globale du niveau des eaux à hauteur de 0,09 à 0,88 m est anticipée d'ici aux années 2080, par l'intermédiaire, par exemple, des variations géographiques de la dilatation thermique et des modifications de la salinité, des vents et des mouvements circulatoires des océans ; les variations régionales sont importantes. La montée des eaux constituera un problème d'importance pour les pays dont les côtes sont à faible altitude (comme c'est le cas de nombreux TOM britanniques)^{65,34}.

4. Impacts des changements climatiques – Tendances générales

- 4.1. La connaissance que nous avons des effets probables des changements climatiques est très variable selon les groupes taxinomiques (tableau 2). Elle est plus conséquente, et avec un certain niveau de certitude, s'agissant de l'impact sur les populations d'oiseaux. Elle est moindre pour les autres groupes. Les tendances générales abordées ici sont davantage détaillées dans la section suivante.
- 4.2. Nombre des impacts des changements climatiques s'appliqueront aux espèces indépendamment de leur statut migratoire, si bien que les espèces migratrices ne sauraient être prises en compte séparément des groupes taxinomiques non migrateurs. Cependant, les espèces migratrices doivent faire face à des contraintes supplémentaires liées à la longueur des déplacements migratoires et des conditions rencontrées sur le chemin, en particulier l'emplacement et la qualité des sites d'étape, au niveau desquels la nourriture doit être suffisamment abondante pour que les animaux puissent supporter la partie suivante du voyage.
- 4.3. Il est utile de distinguer les migrateurs "en front diffus", qui avancent par petites étapes, avec de fréquents arrêts, et dont les voies migratoires sont souvent géographiquement floues (principalement, les chauves-souris, les insectes, les oiseaux passériformes et les animaux marins) et les migrateurs "par grandes enjambées", qui se déplacent par étapes longues, souvent en grand nombre, ne s'arrêtant que sur de rares sites, généralement isolés, tels que des zones humides ; les principaux exemples, dans cette catégorie, seraient les oiseaux de rivage et les oiseaux d'eau.
- 4.4. Les espèces peuvent réagir de trois façons différentes face aux changements climatiques : (i) modifier leur répartition géographique de façon à suivre les modifications de l'environnement ; (ii) demeurer au même endroit mais se transformer pour s'adapter au nouvel

environnement, soit par des modifications comportementales, comme les adaptations phénologiques (durée de croissance, reproduction, par exemple), soit par des modifications génétiques, telles que l'augmentation de la proportion des individus supportant la chaleur ; ou (iii) l'extinction. Des exemples de déplacements géographiques^{53,63} et de modifications du comportement^{53,22} en réponse à des changements climatiques ont déjà été décrits, mais aucune espèce n'a encore connu d'extinction incontestablement provoquée par des changements climatiques, bien que le crapaud doré, ou *Bufo periglenes*, puisse en être un exemple⁵⁸ et que les prévisions tablent sur de nombreuses autres victimes⁷⁴.

- 4.5. Il est probable que nombre des impacts des changements climatiques seront spécifiques à certaines espèces et liés à des aspects écologiques particuliers de chaque groupe taxinomique, ce qui implique que la question devra être traitée au cas par cas pour chaque espèce. Cependant, certains impacts seront importants pour tout ou partie des groupes d'espèces (tableau 3).
- 4.6. Les modifications de répartition géographique des espèces sont peut-être l'effet le plus décrit des changements climatiques et ont été démontrées pour de nombreux groupes^{53,62}. Ces modifications sont relativement faciles à mesurer car le climat est un facteur fondamental déterminant si une zone est ou non adaptée à être occupée.
- 4.7. D'autres modifications de la répartition des espèces sont anticipés, souvent en procédant selon la méthode de l'"enveloppe", c.-à-d. en déterminant les habitats bioclimatiques occupés à l'heure actuelle et en établissant un modèle de leur déplacement^{11,37}. Cependant, les rapports régissant l'occupation des habitats (et autres) pourraient changer à l'avenir, en particulier si les conditions futures sortent des limites actuellement observées. Le seul moyen de comprendre le fonctionnement futur de ces rapports sera de tâcher de prédire les processus et mécanismes réels sous-tendant les tendances observées.
- 4.8. La modification de la répartition des proies est également courante (bien que parfois moins bien décrite en raison du manque d'informations) et aura des effets importants sur la répartition et la survie des espèces occupant des positions élevées dans la chaîne alimentaire (c.-à-d. les prédateurs). Il pourrait s'agir de modifications spatiales (via des modifications de la répartition géographique des espèces) ou temporelles (via des modifications différentielles des taux de développement), et elles pourraient aboutir à un décalage entre l'abondance des proies et le manque de ressources.
- 4.9. La disparition des habitats et, point important, la modification de la qualité des habitats toucheront toutes les espèces, mais risquent d'être particulièrement problématiques pour les espèces migratrices ayant besoin d'un réseau de sites cohérent pour faciliter leurs déplacements migratoires⁵⁷. La qualité des habitats est particulièrement importante au niveau des sites d'étape (haltes), les individus pouvant avoir besoin de se procurer rapidement de grandes quantités de ressources pour pouvoir poursuivre leur voyage, tout spécialement si la suite du parcours implique le franchissement d'une barrière écologique. Dans certains cas, les espèces migratrices seront plus capables que d'autres de surmonter le problème si leur plus grande mobilité leur permet de tirer partie de nouvelles situations.
- 4.10. La migration elle-même est une réaction aux conditions écologiques et, chez de nombreuses espèces, il s'agit d'une caractéristique flexible et adaptable⁷⁵. Des modifications de la longueur, du déroulement chronologique et de l'emplacement de voies migratoires en réaction à des changements de conditions climatiques ont déjà été décrits¹². Ce phénomène engendre une modification des schémas de présence de nombreux groupes taxinomiques, y compris les oiseaux, les tortues, les cétacés et les insectes⁵³.
- 4.11. Chronologiquement, la migration s'intègre aux autres événements biologiques, tels que la reproduction, la mue ou l'hibernation (selon les groupes). Des modifications chronologiques des cycles de reproduction ont été largement décrites^{22,29}, et les espèces migratrices sont confrontées à des contraintes supplémentaires pour s'y adapter. De même, les modifications

de la nature du déplacement migratoire (en particulier s'il consiste en un rallongement ou une augmentation de la difficulté du parcours par manque de ressources) auront des conséquences sur le succès de la reproduction, de la mue, etc. Ces effets sont encore mal connus à ce jour²⁰.

- 4.12. Du fait de la modification des répartitions, les changements climatiques amèneront certaines espèces à entrer en conflit avec les activités humaines, en particulier parmi les espèces migratrices qui utilisent des réseaux de sites, ce qui pourrait entraver leur capacité d'adaptation à ces changements. À l'inverse, les réactions anthropogéniques aux modifications climatiques risquent probablement d'exacerber les impacts de la modification des conditions climatiques sur la vie sauvage, par ex. via l'intensification du captage des eaux, les modifications de l'agriculture ou de la sylviculture, ou encore de la pêche.
- 4.13. La modification des répartitions climatiques élargira la répartition géographique de nombreuses espèces mais augmentera du même coup les risques d'introduction de nouvelles espèces (étrangères) dans les différentes régions. Ceci pourrait avoir un impact significatif sur les communautés et la biodiversité locales.
- 4.14. Si les scénarios de changements climatiques établis restent généralement dans les limites des variations historiques connues, la vitesse à laquelle ces dernières changent est toutefois sans précédent et les organismes pourraient de ce fait se trouver incapables de s'adapter suffisamment vite³⁵.
- 4.15. Peu de mesures spécifiquement destinées à favoriser l'adaptation aux impacts des changements climatiques ont été prises à ce jour, même si certaines mesures prises pour d'autres motifs, telles que la création de corridors d'habitats (cf. point 6.5), se sont avérées bénéfiques. Un "réalignement contrôlé" des barrières côtières face à la montée des eaux a été entrepris au Royaume-Uni⁵. À court terme, ceci ne s'est pas montré très efficace pour recréer les communautés d'oiseaux du littoral, mais des programmes convenablement conçu en ce sens porteraient un fort potentiel sur le plus long terme^{5,83}.

5. Impacts des changements climatiques sur les espèces migratrices

a. Invertébrés marins, poissons et tortues

- 5.1. Les modifications de la répartition, de l'abondance et de la composition des communautés de poissons et d'invertébrés marins, tels que le calmar, sont fortement liées à la température de l'eau, ces espèces étant ectothermes (c.-à-d. incapable de réguler leur température corporelle de façon interne) et les modifications de température ont déjà entraîné des changements au niveau de la répartition des espèces exploitées comme non exploitées⁵⁵ et du repeuplement de la morue franche, ou *Gadus morhua*, en Mer du nord⁶⁸.
- 5.2. Le repeuplement du hareng, *Clupea harengus*, et du calmar est lié aux conditions climatiques^{10,56} (via les effets de la température sur l'écosystème planctonique) Il est plus important pendant les années chaudes, périodes où les déplacements migratoires du hareng sont également plus courts. Il est donc à prévoir que la hausse des températures augmentera sans doute le repeuplement d'au moins une partie des espèces marines.
- 5.3. La répartition de nombreuses espèces marines est en rapport avec les fronts entre les diverses masses d'eau, et le déplacement de ces derniers pourrait donc avoir un impact sur les profils de repeuplement, ce qui pourrait alors jouer sur la taille des populations. Cependant, la hausse des températures touchera les mouvements de circulation des océans et la force des courants ascendants, ce qui, selon les prévisions, diminuera la production globale des poissons⁷⁹.
- 5.4. Les seuls poissons répertoriés dans les annexes de la CMS sont les esturgeons (*acipenseridae*) anadromes (qui migrent entre les eaux douces et les milieux marins), sur lesquels l'impact des changements climatiques n'a pas été étudié. Leur principale raison d'être sur les listes de la CMS est leur rôle de proies pour les mammifères marins.

- 5.5. La nidification des tortues de mer est fortement soumise à l'influence de la température, tant en termes de déroulement temporel que de proportion des sexes chez les petits³⁹, mais l'impact de ces changements sur la taille globale des populations n'est pas connu à ce jour, même s'il est probable qu'ils aient un effet sur la structure des populations via l'augmentation de la proportion de femelles.
- 5.6. La répartition géographique de nombreuses tortues migratrices se décale (ou du moins s'étend) vers le nord ; les comptages en dénombrent de plus en plus dans les eaux britanniques². Cinq espèces de tortues sont répertoriées dans l'annexe I de la CMS (la tortue caouanne ou *Caretta caretta*, la tortue verte ou *Chelonia mydas*, la tortue luth ou *Dermochelys coriacea*, la tortue caret ou *Eretmochelys imbricata* et la tortue de Kemp ou *Lepidochelys kempii*). Si l'impact sur les populations de ces déplacements croissants sont mal connus, il est clair que le nombre de pays visités impliqués dans la conservation de ces espèces s'en trouvera accru.
- 5.7. Il est probable que les tortues de mer subiront directement l'impact de la montée des eaux et de la disparition des plages destinées à la ponte. Pour une montée des eaux de 0,5 mètres, la disparition des plages de nidification pourrait atteindre 32 % dans les Caraïbes³⁴.

b. Mammifères marins

- 5.8. La plupart des cétacés (baleines et dauphins) sont de grands migrants. Les plus grosses des baleines mysticètes, comme la baleine bleue ou *Balaenoptera musculus*, entreprennent de longues migrations saisonnières entre les zones tropicales pour la mise bas en hiver et les hautes latitudes pour se nourrir en été, ayant besoin de s'alimenter dans des eaux froides et de se reproduire dans des eaux plus chaudes⁴⁹. Les déplacements des baleines odontocètes (telles que le cachalot macrocéphale ou *Physeter macrocephalus*, l'orque ou *Orcinus orca*, et les dauphins) se font à différentes échelles en fonction des zones géographiques et des espèces. Des déplacements saisonniers nord-sud comme des déplacements entre la côte et le grand large sont observés, probablement en fonction de la disponibilité de proies⁴⁹. Les dispersions et migrations sont également courantes chez de nombreuses espèces de pinnipèdes (phoques)⁴⁹. Cependant, leurs trajets migratoires sont mal connus (voir l'étude du cas du cachalot).
- 5.9. Les modifications de la répartition, de l'abondance et de la composition des communautés au sein du plancton, des poissons et des calmars (qui constituent des proies pour les cétacés et les pinnipèdes) sont fortement liées aux facteurs climatiques, en particulier à la température des mers (voir les points 5.1 à 5.3 ci-dessus). Des modifications de la composition des communautés de plancton et de poissons de la Mer du nord ont été notées^{55,10}. Elles se répercutent sous forme de modifications au sein des populations de cétacés, avec une représentation plus importante des espèces des eaux du sud plus au nord⁴⁹. Des changements similaires ont été démontrés partout ailleurs^{13,17} et de telles modifications de la répartition des proies risquent probablement de constituer la principale menace découlant des changements climatiques pour les populations de mammifères marins. Il serait important d'assurer leur conservation, en particulier dans les zones préférentielles, afin de préserver les mammifères marins³⁸.
- 5.10. La modification de la température des eaux a également un effet sur la reproduction des cétacés (voir l'étude du cas du cachalot) et des pinnipèdes, de façon indirecte, par l'intermédiaire du niveau d'abondance des proies, se traduisant soit par un allongement du temps séparant les tentatives individuelles de reproduction, soit par une détérioration des capacités reproductrices de la mère⁸¹. La croissance et la survie des petits de l'éléphant des mers du Sud ou *Arctocephalus gazelle* sont influencées par le niveau d'abondance du krill ou *Euphausia*¹⁶.
- 5.11. Il est possible de se faire une idée des possibles effets des changements d'après les événements climatiques extrêmes actuels, lesquels peuvent refléter des conditions qui seraient plus habituelles à l'avenir (quoi que les espèces auront l'occasion de s'adapter entre temps). Par exemple, la phase chaude du phénomène ENSO (qui est de plus en plus fréquente) est associée à une modification à grande échelle des déplacements, de la mortalité et du taux de

réussite de la reproduction des mammifères marins, au moins partiellement, via la modification du niveau d'abondance des proies. L'impact négatif sur les populations à l'avenir pourrait donc être sévère⁸¹.

- 5.12. Si les proies sont peu abondantes, les réserves graisseuses seront utilisées plus largement et les agents contaminants anthropogéniques accumulés seront de fait mobilisés plus fortement (composés organochlorés, organobromés et hydrocarbures aromatiques polycycliques), ces derniers pouvant avoir des effets notables sur la santé des individus⁶³. Les conséquences de ces aspects sur les populations ne sont pas connues mais pourraient s'avérer localement graves.
- 5.13. L'un des principaux impacts de la montée des eaux risque d'être une diminution du nombre des sites d'échouage utilisés par les phoques pour la reproduction, l'élevage et le repos. Les espèces menacées, telles que le phoque moine méditerranéen ou *Monachus monachus* (répertorié dans l'annexe I de la CMS) qui utilisent un nombre limité de sites, pourraient être particulièrement vulnérables. Le dérangement et la mise à mort des individus demeurent à priori de plus grandes menaces⁶⁰. Cette vulnérabilité est d'autant plus importante que l'emplacement des zones d'alimentation change simultanément, impliquant que de nouveaux sites d'échouage paisibles seront nécessaires.
- 5.14. La fonte de la calotte glaciaire arctique diminuera la salinité des océans⁴³, ce qui en conséquence altèrera la répartition et la biomasse des principaux composants de la chaîne alimentaire arctique (de façon différente selon l'écologie des espèces), avec une tendance au déplacement et au rassemblement des espèces vers le pôle et un risque potentiel de disparition de certaines espèces polaires (telles que le narval ou *Monodon monoceros*). Les baleines migratrices, telles que la baleine grise ou *Eschrichtius robustus*, qui utilisent la région arctique comme zone d'alimentation estivale risque de subir un dérèglement de l'organisation temporelle et de la répartition de leurs ressources alimentaires⁴⁵.

c. Oiseaux

- 5.15. Le nombre d'espèces d'oiseaux qui migrent dépend de la latitude. Dans l'hémisphère nord, moins de 10 % des espèces occupant les régions tropicales entreprennent des déplacements migratoires, mais la proportion croît avec la distance qui sépare les espèces de l'équateur et atteint plus de 80 % pour les espèces habitant le cercle arctique, lesquelles migrent vers le sud. Les modifications de l'habitat provoquées par le climat devraient, selon les prévisions, être plus importantes dans la région arctique⁴³, où la proportion d'espèces migratrices est plus élevée. Ces espèces ont peu de marge en termes de déplacement étant donné le peu de terres disponibles aux hautes latitudes et altitudes⁸⁴.
- 5.16. La plupart des espèces répertoriées par la CMS peuvent potentiellement être affectées par les changements climatiques d'une façon ou d'une autre. Parmi les espèces d'oiseaux répertoriées dans les annexes (à l'exception des muscicapidés non européens), 84 % recourent à des habitats vulnérables (côtiers, en zone humide, en montagne ou dans la toundra) à un moment de leur cycle de vie ; nombre d'espèces utilisent plus d'un habitat. Dans pratiquement tous les cas, l'ampleur de la menace n'a pas été quantifiée.
- 5.17. La menace la plus répandue (53 % des espèces, cf. tableau 4) est celle liée à la modification du débit des eaux, ce qui reflète l'importance des zones humides pour les oiseaux migrateurs. La baisse du niveau moyen des nappes phréatiques et l'augmentation de la fréquence des sécheresses va réduire le niveau de disponibilité des habitats pour les espèces aquatiques, telles que la sarcelle élégante ou *Anas formosa*, et diminuer la quantité de nourriture disponible pour les espèces terrestres qui vont s'alimenter dans ces zones, en particulier pendant leurs migrations, comme le phragmite aquatique ou *Acrocephalus paludicola*. La disparition des habitats pourrait mettre en péril la capacité des migrateurs à aller au bout de leurs déplacements migratoires dans la mesure où elle entraînerait une perte de cohérence du réseau de sites d'étape.

- 5.18. La modification du profil des vents (et la fréquence accrue des tempêtes) peut avoir un effet néfaste sur les déplacements migratoires. Certains éléments démontrent qu'une fréquence accrue des tempêtes de printemps dans la région Caraïbe pourrait interférer avec la migration des oiseaux passériformes et aboutir à ce qu'une moindre proportion d'entre eux parvienne à rejoindre les zones de reproduction⁴⁷. Chez certains migrateurs parcourant de longues distances tels que le bécasseau maubèche ou *Calidris canutus* (voir l'étude cas) et la barge rousse ou *Limosa lapponica*, le voyage pousse les individus jusqu'à leurs limites physiologiques, si bien que la moindre perturbation risque d'avoir des conséquences néfastes. Il sera important à cet égard de préserver des habitats de grande qualité sur les sites d'étape.
- 5.19. Le déroulement chronologique des migrations change^{29,20}. Les résultats de diverses études qui se sont intéressées au moment d'arrivée printanier des espèces migratrices sous les latitudes tempérées, laissent penser que les oiseaux rallient leurs régions de reproduction de plus en plus tôt dans la saison au fur et à mesure que le climat se réchauffe (par ex., le gobemouche noir ou *Ficedula hypoleuca*, cf. étude de cas), mais cette tendance n'est pas universelle⁷⁷. Dans les cas où aucune modification (significative) des températures locales n'a été notée, aucun déplacement de la date d'arrivée n'a été relevé, et quand une baisse des températures locales a pu être observée, l'arrivée a eu tendance à se faire plus tardive⁴⁷. Les éléments montrant un départ plus tardif des oiseaux migrateurs depuis leurs zones de reproduction et une arrivée plus précoce sur leurs zones d'hivernage sont plus rares. Il semble bien y avoir certaines modifications mais celles-ci n'ont pas de caractère cohérent. Si ces effets (et leur lien avec les changements climatiques) sont bien démontrés, leur impact sur la taille des populations n'est pas bien connue, essentiellement en raison de l'influence de la densité³⁶.
- 5.20. Le moment d'arrivée sur la zone de reproduction est important car la saison reproductrice doit être synchronisée avec la période de disponibilité des proies, or le pic d'abondance des proies tend, dans de nombreux cas, à se produire de plus en plus tôt en réaction à la hausse des températures^{20,76}, même si ces effets sont variables selon les régions⁷⁷. La période de disponibilité de la nourriture pourrait être particulièrement vitale dans les zones d'étape, utilisées sur une durée bien définie, mais rien ne vient démontrer cet aspect à ce jour. Les populations auront certes l'occasion de s'adapter quelque peu à ces changements mais l'on ignore dans quelle mesure elles le feront.
- 5.21. Le débat est actuellement ouvert quant à savoir si les migrateurs longue distance pourraient être plus vulnérables aux changements phénologiques dans la mesure où les indications qu'ils utilisent pour déterminer le moment du départ pour la migration de printemps pourraient ne plus être des outils de mesure adaptés aux conditions en cours dans les zones de reproduction, ce qui pourrait entraîner un décalage entre la date d'arrivée et la date de reproduction optimale, comme cela a pu être démontré dans le cas du gobemouche noir (voir l'étude de cas)¹⁴.
- 5.22. On sait que la productivité reproductrice varie en fonction de la température et du moment de la saison et qu'elle est plus élevée en début de saison et aux températures les plus chaudes (mais pas trop)^{29,20,23}. Certains éléments démontrent que ces augmentations de la productivité se produisent parmi les espèces reproductrices en milieu tempéré^{22,15}, mais les modifications de cette nature seront souvent fonction de variables météorologiques complexes⁸². Ces modifications pourraient être bénéfiques, sauf si un décalage se crée entre la saison reproductrice et le pic d'abondance des proies^{21,14}. Les études des espèces polaires (en particulier de l'Antarctique) ont montré que la hausse des températures engendrait une baisse du taux de réussite de la reproduction (probablement en raison du changement de répartition des proies)¹.
- 5.23. Les fortes précipitations peuvent avoir un effet néfaste sur le taux de réussite de la reproduction, en particulier pendant la période où les oisillons sont dans le nid (et vulnérables face au refroidissement). Globalement, l'augmentation du niveau des précipitations est prévue et des effets sur la productivité des espèces sont donc également à prévoir, mais le déroulement chronologique des chutes de pluie sera d'une importance cruciale, et il est

possible que les oiseaux parviennent à compenser la perte par une augmentation de leur productivité pendant les années où le climat sera plus favorable, ou en se relayant si les saisons se prolongent (les espèces migratrices sont davantage limitées de ce point de vue)⁴⁶.

- 5.24. Chez de nombreuses espèces d'oiseaux des zones tempérées, la survie pendant les mois d'hiver est un facteur très important jouant sur les tendances des populations, et cette survie dépend très largement de la dureté de l'hiver (habituellement fonction de la température)⁶¹. L'augmentation des températures hivernales semble engendrer une meilleure survie et une tendance accrue, chez les espèces migratrices, à hiverner au Royaume-Uni plutôt qu'à de plus basses latitudes⁸⁰. Ce type de modifications pourrait être bénéfique aux populations, même si l'existence de facteurs de densités de population pourrait bien atténuer ces effets³⁶.
- 5.25. De façon générale, les espèces d'oiseaux reproducteurs (y compris les groupes taxinomiques migrateurs) du Royaume-Uni ont étendu la portée de leurs zones de reproduction vers le nord d'environ 9 km par décennie en moyenne⁷³ et les espèces méridionales sont en train de coloniser la Grande-Bretagne¹⁸; il est toutefois difficile d'attribuer ces modifications exclusivement aux changements climatiques, dans de nombreux cas. Des déplacements similaires ont été démontrés partout ailleurs^{79,53}, de même qu'ont été relevés des changements d'altitude chez les espèces de montagne⁵⁸ et d'autres modifications sont encore attendues³⁷.
- 5.26. La répartition des espèces migratrices change également en raison de la modification des comportements migratoires. Les déplacements migratoires tendent à se raccourcir comme cela a pu être démontré pour le pouillot véloce ou *Phylloscopus collybita* et la fauvette à tête noire ou *Sylvia atricapilla*, ce qui entraîne une modification de la répartition hivernale^{80,6,69}. Ces modifications permettent généralement aux individus concernés d'être en meilleure forme mais leur impact sur l'ensemble d'une population n'est pas bien connu, même s'il est probable qu'il soit positif (ces populations pourraient toutefois se trouver plus vulnérables face aux événements climatiques exceptionnels violents, de plus en plus fréquents).
- 5.27. Les habitats disponibles pour les espèces côtières sont soumis à l'influence de la montée des eaux, de l'érosion accrue due à la multiplication des tempêtes et à l'action renforcée des vagues²¹. Près de 20 % des espèces d'oiseaux répertoriées par la CMS pourraient être touchées par ces effets. Les échassiers, tels que le bécasseau spatule ou *Eurynorhynchus pygmeus*, et les oiseaux d'eau, tels que l'oie naine ou *Anser erythropus*, pourraient être particulièrement vulnérables sur ce point car nombre des zones d'étape importantes se trouvent sur des zones côtières de ce type, souvent réparties sur un nombre relativement limité de sites distincts. Le Royaume-Uni abrite des nombres importants d'échassiers et d'oiseaux d'eau de diverses espèces à l'échelle internationale, comme le chevalier gambette ou *Tringa totanus* (voir l'étude de cas) présents en hiver ou de passage, et la montée des eaux touche la répartition des espèces lors de la reproduction comme de l'hivernage, même si la création d'habitats via le « recul contrôlé » des mers pourrait permettre d'atténuer ces effets dans une certaine mesure⁵. Dans les TOM britanniques, le nombre d'habitats disponibles pour les oiseaux marins en phase de reproduction pourrait se trouver réduit par suite de la montée des eaux et de l'augmentation de l'érosion⁶⁵.
- 5.28. L'un des principaux impacts des changements climatiques se manifestera de façon indirecte, par l'intermédiaire de la modification de l'abondance, de la répartition et de la qualité des proies (ajoutée aux effets temporels décrits plus haut). Cet aspect s'est avéré important pour un certain nombre d'espèces d'oiseaux marins, dans les eaux britanniques³⁰ comme partout ailleurs, en particulier dans la région antarctique¹ et il est probablement pertinent pour d'autres groupes d'oiseaux également²¹. Par extrapolation d'après les rapports publiés, il apparaît que 25 % environ des espèces répertoriées dans les annexes de la CMS pourraient être touchées par la modification de la répartition des proies, mais il s'agit probablement là d'une estimation prudente. Le chiffre effectif sera certainement plus élevé, même si certaines espèces particulières pourraient connaître un effet tampon considérable⁹.

- 5.29 Le niveau d'abondance et de qualité des proies est particulièrement important sur les sites d'étape, et plus spécialement sur ceux qui sont utilisés pour le ravitaillement avant le franchissement d'une barrière écologique, comme le désert du Sahara par exemple. La désertification accrue de ces zones aurait un effet néfaste sur la capacité de nombre de migrateurs afro-européens à faire des réserves de graisse suffisantes pour accomplir la traversée du désert⁸. Les sécheresses survenues précédemment dans cette région ont déjà réduit de façon significative la taille des populations, et ces populations pourraient avoir besoin de beaucoup de temps pour retrouver leur taille d'origine⁷.
- 5.30. L'impact du climat sur les migrations sera probablement culminant lors des migrations de printemps (vers le nord) (le moment de l'arrivée sur les zones de reproduction étant essentiel, par ex. en termes de choix du partenaire et du territoire, et la diminution numérique ayant en outre un effet direct sur la réduction de la taille des populations reproductrices). La désertification croissante de la région du Sahel en Afrique, est particulièrement inquiétante car il s'agit d'une zone clé pour le ravitaillement de nombreuses espèces migratrices.
- 5.31. On pense que l'augmentation des températures pourrait favoriser la propagation de diverses maladies et divers parasites, lesquels constituent une cause de mortalité importante et peuvent, dans certains cas, limiter la croissance des populations²⁶. Cependant, on ignore à quel point ces facteurs liés aux changements climatiques affecteront les populations d'oiseaux (les connaissances sur les interactions entre les maladies/parasites et les oiseaux sont assez limitées).
- 5.32. La question de savoir dans quelle mesure les effets sont reportés d'une saison sur l'autre est également mal cernée. Par exemple, toute modification de la période de reproduction aura des conséquences sur la période de mue, et donc des migrations. Les individus confrontés à des conditions défavorables en hiver pourraient alors entamer leur période de reproduction à un moment peu propice, et leurs capacités de reproduction s'en trouveraient amoindries²³. Ces effets commencent à se montrer conséquents et sont probablement à l'origine de certains des mécanismes qui sous-tendent l'impact des changements climatiques sur la taille des populations.

d. Chauves-souris

- 5.33. S'il est probable que de nombreuses espèces de chauve-souris soient migratrices, on ignore en grande partie dans quelles proportions et à quelle échelle se font leurs déplacements, mais l'on sait toutefois que les femelles migrent généralement plus que les mâles⁶⁴. La distance et la voie empruntée lors des migrations de certaines espèces tropicales ou subtropicales dépendent des variations du taux de fructification et de floraison chez les plantes nourricières.
- 5.34. Dans les zones tempérées, où toutes les chauves-souris sont insectivores, les migrations se font habituellement entre les sites chauds adaptés à la gestation, ainsi qu'à l'allaitement, et fournissant des provisions alimentaires suffisantes en été, et les sites frais adaptés à l'hibernation, en hiver (ces migrations ne se produisent pas forcément sur l'axe nord/sud). Sous les latitudes tropicales ou subtropicales, les migrations dépendent des variations du taux de réussite de la fructification ou de la floraison des plantes nourricières et de la possibilité de former d'importantes colonies maternelles. Dans certains cas, les déplacements peuvent être associés à un abandon des zones sujettes à une aridité saisonnière pour aller se concentrer dans des zones plus humides où les ressources alimentaires peuvent persister plus longtemps.
- 5.35. Pratiquement aucune étude n'a été menée sur le lien direct entre les chauves-souris et les changements climatiques en Europe, mais l'impact le plus significatif de ces changements (en termes de taille des populations) risque probablement d'être indirect, via les effets sur le niveau de disponibilité de leur ressources alimentaires ou de leurs lieux de perchage.
- 5.36. Il est probable que la composition des communautés de chauves-souris se trouve modifiée au fur et à mesure que les espèces dévieront leur répartition en direction du nord, peut-être via une extension de leur portée plutôt qu'un simple déplacement, mais l'impact de ce phénomène est en grande partie inconnu. Les espèces qui ont recours à des grottes (comme lieux de perchage pour les colonies maternelles) et qui tendent à se déplacer vers le nord pourraient se

trouver limitées par le manque de grottes adaptées (ou autres habitats souterrains appropriés) dans leurs nouvelles régions. Ceci ne devrait pas être vraiment problématique au R.-U. mais la question pourrait se poser plus sérieusement dans certaines parties du continent européen et aboutir à un allongement des déplacements migratoires.

- 5.37. La diminution prévue, voire la disparition des hivers extrêmement froids au R.-U. pourrait aboutir au raccourcissement de la période d'hibernation, à l'accroissement de l'activité hivernale (lorsque les ressources alimentaires sont limitées) et à une fiabilité moindre des températures relativement stables des sites d'hibernation souterrains⁵⁹. (Ceci pourrait également avoir une incidence sur l'utilisation des comptages effectués sur les lieux de perchage dans le cadre de l'observation des populations.)
- 5.38. Une arrivée plus précoce du printemps (de 1 à 3 semaines) laisserait envisager un raccourcissement de la période d'hibernation et donc une apparition plus précoce de la plupart des chauves-souris en train de voler ; des quantités suffisantes de nourritures devraient alors être disponibles. La période de reproduction pourrait également s'en trouver affectée⁴. La survenue de poussées de froid plus tard dans l'hiver (après l'émergence "prématurée" des individus) pourrait provoquer une hausse de la mortalité au sein des populations. Toutefois, les prévisions indiquent une diminution de l'incidence de ce type d'événements climatiques.
- 5.39. Le cycle de reproduction des chauves-souris des zones tempérées est étroitement lié à leur profil d'hibernation. Les chauves-souris s'accouplent à l'automne et en hiver et les spermatozoïdes sont ensuite stockés dans l'appareil génital de la femelle jusqu'au printemps. Si les températures sont plus élevées et que des ressources alimentaires sont disponibles dès la deuxième moitié de l'hiver, les chauves-souris sortiront d'hibernation prématurément, ovuleront et entreront en gestation. À l'inverse, si le climat s'avère peu clément et que la nourriture se fait rare pendant la gestation, les chauves-souris s'engourdiront et la période de gestation sera prolongée. De façon expérimentale, le moment des naissances peut être différé d'une durée allant jusqu'à trois mois en faisant varier les conditions environnementales⁴. Étant donné cette extrême sensibilité aux conditions de température externe et de ressources alimentaires, la chronologie des cycles de reproduction des chauves-souris en zones tempérées risque probablement d'être affectée par les changements climatiques, même si ce n'est pas forcément à leur détriment.
- 5.40. Pour de nombreuses espèces de chauves-souris, les zones humides, voies d'eau et étendues d'eau, ainsi que les bois, constituent des sources essentielles en termes de biomasse et de diversité d'insectes. Par conséquent, la réduction des zones humides risque probablement de toucher les populations de chauves-souris et d'entraîner leur déclin ou des modifications de leurs comportements. Ces changements seront particulièrement marqués au sein des populations méditerranéennes.
- 5.41. Les éléments disponibles semblent indiquer que la plupart des chauves-souris n'entreprennent pas de longs déplacements continus. Elles suivent plutôt des trajets fréquemment entrecoupés de pauses (peut-être quotidiennes) sur des lieux de "halte", où elles se reposent et s'alimentent afin de combler leurs besoins énergétiques²⁸. Par conséquent, le maintien de corridors de migration adaptés, avec une quantité suffisante de proies sur les sites de halte, pourrait être une nécessité pour assurer la conservation des chauves-souris migratrices. Ces besoins pourraient être contrariés par d'autres facteurs, tels que les schémas d'exploitation des terres et les changements climatiques seraient susceptibles d'exacerber ces problèmes.
- 5.42. Au total, 22 espèces de chauves-souris sont présentes dans les TOM britanniques de la région Caraïbe, mais les informations disponibles concernant l'état des populations de ces espèces sur la plupart des petites îles sont incomplètes. De nombreuses populations insulaires des Caraïbes ont été identifiées comme appartenant à des sous-espèces (sédentaires) distinctes, mais ces observations restent à valider. Des individus migrateurs appartenant à d'autres sous-espèces pourraient également cohabiter avec ces dernières pendant une partie de l'année.

- 5.43. L'augmentation prévue de l'incidence et, plus particulièrement, de l'intensité des tempêtes dans les Caraïbes risque probablement d'entraîner la détérioration des lieux de perchage (arbres, constructions, etc.) et des habitats de ravitaillement (en particulier des plantes fruitières et à fleurs qui risqueraient de se voir dépouillées de leurs fleurs et de leurs graines/fruits)⁶⁵. Les études des populations de chauves-souris suite à des événements d'ampleur historique ont révélé des tendances mitigées^{32,44}. Les populations de certaines espèces parviennent effectivement à récupérer à court ou moyen terme mais, étant donné le rythme relativement lent de la reproduction chez de nombreuses espèces, une augmentation de la fréquence des tempêtes serait sans doute problématique.
- 5.44. La montée des eaux pourrait rendre inutilisables certains habitats de ravitaillement et certaines grottes côtières utilisées comme lieux de perchage.

e. Mammifères terrestres

- 5.45. Les déplacements migratoires sont moins courants chez les mammifères terrestres que chez les autres groupes. Les migrations les mieux connues et les plus étudiées sont celles des grands mammifères herbivores qui s'alimentent sur les pâturages saisonniers, tels que le gnou ou *Connochaetes taurinus* et le renne ou *Rangifer taurandus*³¹. La CMS couvre un certain nombre de migrateurs "techniques", c'est-à-dire d'espèces telles que le gorille des montagnes ou *Gorilla gorilla beringei*, qui franchissent des frontières nationales lors de leurs déplacements mais ne suivent pas de schémas migratoires saisonniers réguliers au sens classique du terme.
- 5.46. Les motifs de la migration ne sont pas toujours bien connus mais il peut s'agir de déplacements entre des zones d'abondance alimentaire saisonnière, de mouvements fonction de l'eau potable disponible, de fuite face aux prédateurs ou de recherche de nourriture contenant des minéraux essentiels^{31,27}. Un déplacement donné peut être entrepris pour plusieurs de ces raisons, et divers facteurs peuvent motiver diverses phases du cycle migratoire annuel. Par conséquent, dans de nombreux cas, les impacts possibles du climat auraient besoin d'être évalués au cas par cas pour chaque espèce.
- 5.47. Étant donné que de nombreuses migrations, en particulier chez les herbivores, suivent les modifications saisonnières de la végétation, les changements climatiques pourraient modifier les voies migratoires (et la période des migrations), ce qui pourrait amplifier les conflits avec l'Homme, en particulier dans les zones à faible pluviométrie⁷². Les schémas d'utilisation des terres, en Afrique, peuvent empêcher les animaux d'adapter leurs voies de migration. Par exemple, il a été montré que les clôtures des parcs pouvaient faire obstacle aux déplacements migratoires, entraînant ainsi un déclin des populations de gnous⁸².
- 5.48. La modification des voies migratoires peut également avoir un effet sur l'ensemble de l'écosystème³¹. Les populations de prédateurs peuvent connaître une diminution du nombre de proies disponibles. Les écosystèmes des pâturages peuvent avoir besoin de périodes de relativement faible paissance pour pouvoir récupérer suite aux effets du passage des animaux et accroître leur biomasse aérienne pour faire face à la paissance accrue à d'autres moments de l'année. Les migrations permettent justement de réduire momentanément le niveau de paissance local. Les écosystèmes de ces zones pourraient se montrer incapables de supporter les niveaux de paissance continuellement élevés tout au long de l'année qu'impliquerait la sédentarisation de populations précédemment migratrices⁶⁷.
- 5.49. La période de reproduction des mammifères est influencée par la température, du moins chez les populations nordiques. Une anticipation de la saison de reproduction a été démontrée dans quelques cas, mais pas chez des espèces migratrices. On ignore quelle influence pourrait avoir sur ce point les modifications des schémas migratoires, suite à l'altération des réserves alimentaires due aux changements climatiques. Il a été démontré que la vitesse de croissance, en particulier chez les jeunes, dépend de facteurs climatiques, chez les espèces ongulées, et est en rapport avec le niveau de disponibilité et, point important, de qualité des réserves

alimentaires²⁴. L'impact des changements climatiques sur les réserves alimentaires et les comportements migratoires pourrait avoir d'importantes conséquences en terme de croissance des ongulés migrants, mais cette question n'a pratiquement pas été étudiée pour l'instant.

- 5.50. Si les communautés de mammifères se trouvent modifiées en réaction aux déplacements climatiques, les interactions biotiques (la compétition, par ex.) seront probablement elles aussi modifiées. Les effets de ce type pourraient être importants chez certains et ont déjà été démontrés dans deux cas : au niveau des communautés de petits rongeurs de la forêt tropicale australienne⁴⁰ et au niveau de la portée des espèces de musaraignes ou *Sorex* européennes⁷⁸. Cependant, il sera probablement impossible de généraliser ces effets car ils dépendent de facteurs écologiques propres aux espèces.

f. Insectes

- 5.51. On sait très peu de choses sur les comportements migratoires des insectes. Pratiquement tous les travaux réalisés portent sur les insectes nuisibles, tels que le criquet pèlerin ou *Schistocerca gregaria*¹⁹ ou les lépidoptères (papillons et papillons de nuit), tels que le monarque ou *Danaus plexippus* (seul insecte répertorié par la CMS [voir l'étude de cas]) ; pourtant, la plupart des groupes, en particulier chez les insectes les plus gros, comportent des membres pouvant être considérés comme migrants.
- 5.52. La définition des espèces migratrices utilisée par la CMS s'applique plus difficilement aux groupes taxinomiques d'insectes car il est relativement peu d'espèces dont les individus achèvent un voyage aller-retour complet. Chez les invertébrés, le cycle migratoire annuel peut être accompli par plusieurs générations successives plutôt que par un même individu. C'est seulement dans certains cas que ceci peut être considéré comme une migration, avec un trajet prévisible et une phase de retour. Peu d'insectes franchissent des frontières nationales lors de leurs déplacements. Ceci s'explique dans de nombreux cas par l'échelle de leurs déplacements par rapport aux zones territoriales.
- 5.53. De façon générale, la migration des invertébrés est motivée par l'accès à une destination disposant d'un meilleur potentiel que l'emplacement actuel en termes de reproduction et de ressources alimentaires. La localisation des ressources adaptées peut varier d'une année sur l'autre, voire d'un mois sur l'autre, si bien que les destinations de migration peuvent être très dynamiques et imprévisibles, de même que les limites géographiques des déplacements.
- 5.54. Pratiquement par nature, les espèces nuisibles ont tendance à être extrêmement adaptables et à former de larges populations¹⁹. Il est improbable que les changements climatiques aient un effet néfaste sur eux, mais ils pourraient toutefois décaler leur zones de répartition géographique, ce qui pourrait avoir un impact sur les activités humaines.
- 5.55. On dispose de plus en plus d'éléments indiquant de tels décalages de répartition chez les invertébrés, notamment chez les papillons et les libellules (*Odonata*) au Royaume-Uni^{41,70}. Un décalage de répartition vers le nord a été décrit, le réchauffement du climat rendant des régions plus septentrionales davantage adaptées à la colonisation. Par exemple, deux espèces de papillons, le Souci ou *Colias croceus* et le Vulcain ou *Vanessa atalanta*, passent désormais l'hiver au Royaume-Uni.
- 5.56. Les modifications de la période de développement physique des papillons adultes (fonction essentiellement de la température) sont bien décrites^{64,71}. Elles pourraient aboutir à une non-concordance entre l'apparence des populations et l'abondance des plantes nourricières à un stade de croissance approprié. Les espèces migratrices étant plus mobiles, elles seront mieux capables de s'adapter à ces changements que ne le seront les espèces sédentaires (qui doivent souvent compter sur des habitats hautement spécialisés), et elles encourent donc un risque moindre que les autres espèces.

6. Espèces migratrices – Priorités de conservation

- 6.1. Dans les écosystèmes terrestres, deux problèmes sont susceptibles de toucher une grande diversité d'espèces migratrices : (i) **l'altération des ressources en eau**, en particulier la qualité des zones humides, la préservation des sites et la désertification accrue ; (ii) **la disparition des habitats vulnérables**, en particulier de la toundra, des forêts montagneuses humides, des glaces de mer et les zones côtières de faible altitude, notamment dans les petites îles. Nombre de ces zones doivent également faire face à des menaces anthropogéniques graves.
- 6.2. Les approches des mesures de conservation devront être différentes selon qu'il s'agit de migrateurs "en front diffus" ou "par grandes enjambées" (voir le point 4.3). Les migrateurs en front diffus gagneraient à ce que soit modifiée l'exploitation extensive des terres sur leurs voies migratoires, tandis que pour les migrateurs par grandes enjambées, il sera nécessaire de garantir un réseau de sites cohérent où la qualité de chaque site sera d'une extrême importance. **Dans la plupart des cas, la gestion de l'impact des changements climatiques devra être intégrée à l'ensemble des objectifs économiques, sociaux et de conservation.**
- 6.3. **Pour les migrateurs par grandes enjambées, il sera nécessaire d'entretenir un réseau cohérent de sites d'étape.** À l'heure actuelle, on manque d'informations, même des synthèses d'informations les plus basiques, nécessaires pour prendre des mesures de conservation. **Il est urgemment nécessaire de rassembler des informations sur les sites d'étape des migrations afin de repérer les réseaux migratoires de façon cohérente.** Ceci permettrait d'obtenir une vue d'ensemble internationale stratégique et de déterminer clairement les priorités en terme de protection des sites pour les migrateurs voyageant par grandes enjambées. Ces informations étant en grande partie disponibles pour les oiseaux, il serait relativement aisé d'atteindre cet objectif s'agissant des principales voies aériennes empruntées. Ce même aspect pourrait également s'appliquer à d'autres groupes taxinomiques.
- 6.4. **Pour les migrateurs terrestres en front diffus, la création d'habitats migratoires appropriés, comme des bordures de champs plus propices à la vie sauvage, des haies, des petits taillis et étangs, serait susceptible d'aider les migrateurs à s'adapter aux changements climatiques.** En l'absence de ce type d'habitat, les populations risquent d'être incapables de s'adapter suffisamment et donc d'être victimes d'un impact négatif. Le programme britannique « Entry Level Scheme » de promotion de l'environnement dans les exploitations agricoles offre un excellent modèle de moyen de favoriser ce type de mesures.
- 6.5. **Dans les zones où il reste des habitats intacts, la création de corridors d'habitats transfrontaliers protégés serait probablement très bénéfique.** Ceci aiderait aussi bien les migrateurs en front diffus que les migrateurs en fin de migration. Actuellement, cette approche est mise en pratique en particulier sur le continent américain, par ex. via le corridor biologique méso-américain, qui traverse l'Amérique centrale.
- 6.6. **La mesure prioritaire à prendre pour assurer l'adaptation aux changements de l'environnement marin consistera à contrôler l'impact humain sur les ressources nécessaires aux espèces migratrices par l'intermédiaire d'une gestion basée sur la prise en compte des écosystèmes.** L'une des solutions, à cet égard, pourrait être de définir des zones marines protégées (ou zones interdites à la pêche) destinées aux proies des mammifères marins, sur des sites clé. Cependant, l'emplacement de telles zones risque probablement de varier avec le temps, et leur protection nécessitera la mise en place d'un cadre législatif très différent de tout ce qui a pu exister jusqu'à ce jour. La mise en place des zones protégées pour les mammifères marins, telles que les zones spéciales de conservation (ZSC), nécessitera une certaine flexibilité pour tenir compte des éventuels déplacements de répartition géographique des espèces en fonctions des changements climatiques.
- 6.7. **Préserver des tailles de population conséquentes.** Pour que l'adaptation aux changements des facteurs climatiques (et donc de l'habitat) se fasse avec succès, il faudra qu'un brassage

génétique suffisant se produise au sein des populations et ceci dépend précisément de la taille de ces populations.

7. Espèces migratrices – Priorités de surveillance et de recherche

- 7.1. Il existe de nombreux programmes de surveillance à long terme, qui ont permis d'identifier avec succès les priorités en terme de conservation et de réunir les informations de fond sur lesquelles se baser pour mesurer l'impact des changements climatiques. **Il est essentiel de s'engager à soutenir ces programmes à long terme afin d'en garantir la pérennité et d'optimiser les résultats en utilisant les réseaux de recueil d'informations existants.** Il serait également nécessaire de mieux utiliser les informations existantes, par exemple en utilisant les populations occupant les zones tempérées hors phase de reproduction comme des indicateurs des populations arctiques en phase de reproduction (sur lesquelles le recueil d'informations à grande échelle est irréalisable).
- 7.2. **Élaborer des protocoles normalisés pour la surveillance des populations.** Les changements climatiques constituent un phénomène global et les espèces migratrices peuvent franchir un grand nombre de frontières territoriales. Pour que la surveillance puisse être efficace, le recueil des informations devra être normalisé. Il conviendra de mettre au point un système unifié d'alertes signalant les problèmes à l'avenir et de seuils de réussite des politiques de gestion de l'environnement.
- 7.3. Si l'importance d'une telle surveillance est explicitement reconnue par l'ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas), il n'en demeure pas moins que les connaissances actuelles concernant **l'état des populations de cétacés, leurs déplacements et leurs besoins en terme d'habitat sont parcellaires et qu'il serait urgent de rassembler de solides informations de fond sur de nombreuses espèces.** De nombreux pays européens disposent de réseaux de prise en charge de l'échouage des cétacés, lesquels sont des sources d'informations estimables, mais ces réseaux appartiennent majoritairement au secteur du volontariat si bien que la coordination de leur travail tout comme leur financement de base doivent être assurés pour sauvegarder la source d'informations qu'ils représentent.
- 7.4. Les informations disponibles sur la présence, le niveau d'abondance et la nature écologique des espèces migratrices dans les TOM britanniques, ainsi que sur les migrateurs intra-tropicaux (pour lesquels les risques anthropogéniques sont les plus menaçants) sont limitées ; **des programmes structurés d'enquêtes et de surveillance seront nécessaires pour pouvoir aviser sur les priorités de la conservation.**
- 7.5. **Repérer les espèces susceptibles de fournir des indications**, y compris celles pouvant donner une indication de l'état des sites et des voies de migration.
- 7.6. Les populations migrant par étape ne le font pas de façon synchrone, ce qui signifie qu'il peut y avoir une rotation considérable et que le pic de dénombrement n'est donc pas forcément en rapport avec le nombre total d'individus utilisant le site. Ceci peut jouer sur l'identification des sites concernés, l'importance de ces derniers étant souvent estimée d'après le pic du nombre d'individus dénombrés sur place. **Il sera nécessaire de concevoir un logiciel permettant aux professionnels d'évaluer avec précision le nombre total d'individus utilisant un site**, ce afin de garantir l'évaluation précise de l'importance des sites.
- 7.7. Il est extrêmement difficile de fournir des prévisions quantitatives de l'impact des changements climatiques sur les populations car le fonctionnement des populations est souvent fonction de leur densité, ce qui aboutit à un effet tampon sur la taille des populations. **Il sera nécessaire de mener des recherches en vue d'évaluer l'ampleur et les effets des processus liés à la densité des populations sur la taille de ces populations, même si cela ne se fera pas sans difficultés.**

- 7.8. S'agissant de l'adaptation aux changements climatiques, les interactions avec les facteurs socio-économiques, tels que l'exploitation très importante des terres, risquent d'être prépondérants tant par l'obstacle qu'ils constitueront aux possibilités d'adaptation que par leur rôle de facteur exacerbant. En général, les facteurs anthropogéniques, via la suppression des habitats ou la surexploitation des ressources par ex., sont les problèmes les plus décisifs rencontrés lors de la conservation des espèces menacées. **Les interactions entre les facteurs socio-économiques et les changements climatiques sont mal connues et les prévisions actuelles de l'impact du climat les prennent relativement peu en compte.**

8. Espèces migratrices – Cadre législatif nécessaire

- 8.1. La CMS a déjà connu de nombreux succès dans le domaine de la conservation, en particulier via la mise en place d'accords basés sur des zones régionales et des groupes taxinomiques donnés et visant à favoriser la conservation de certains groupes d'animaux migrateurs sur l'ensemble des pays visités. **Étant donné que les menaces liées aux changements climatiques diffèrent selon les espèces migratrices, l'incorporation explicite des questions de changements climatiques au sein d'accords et de protocoles d'entente spécifiques permettrait d'assurer la flexibilité nécessaire pour s'attaquer précisément aux menaces propres aux espèces sauvages de migrants.** Dans de nombreux cas, limiter au maximum les autres menaces pesant sur les populations afin de leur permettre de s'adapter au changement du climat pourrait être la façon la plus utile de procéder.
- 8.2. **Au sein des systèmes terrestres, les mesures d'adaptation pourraient permettre de préserver ou rétablir avec succès un niveau de conservation sûr chez de nombreuses espèces. Au sein des systèmes marins, par contre, l'atténuation des changements climatiques pourrait bien être la seule solution** (c.-à-d. la réduction des émissions anthropogéniques de gaz à effet de serre), car la gestion des habitats à une échelle suffisante serait pratiquement impossible.
- 8.3. Pour aborder les problèmes de conservation posés par les changements climatiques, l'approche multifonctionnelle serait probablement la plus fructueuse. Celle-ci impliquerait de prendre en compte les effets bénéfiques de la préservation des écosystèmes d'un point de vue holistique, en tenant compte des avantages pour la vie sauvage comme de l'aspect anthropogénique. Les objectifs de conservation ont nettement plus de chances d'être atteints s'ils sont intégrés à une gestion plus large des écosystèmes incluant, par exemple, la gestion des plaines inondables, la protection des côtes ou l'interdiction de la déforestation visant à limiter l'érosion des sols. **Les cadres de travail permettant d'intégrer la planification de l'exploitation des terres existent déjà dans un certain nombre de parties du monde ; ils gagneraient à être développés et mis en œuvre plus largement partout ailleurs.**
- 8.4. Les changements climatiques pourraient être "la goutte d'eau en trop" pour de nombreuses espèces marines, déjà acculées par des contraintes anthropogéniques rudes. **En renforçant la protection des espèces marines et de leurs écosystèmes, il devrait être possible d'améliorer la capacité de ces espèces à s'adapter aux changements des conditions climatiques.**
- 8.5. **L'exploitation synergique des traités et des conventions, par ex. via des programmes de collaboration, permettrait d'en renforcer la valeur ajoutée, d'améliorer la coordination et de mieux cibler les problèmes, ainsi que de définir plus aisément les priorités essentielles.**

Tableau 1 : Récapitulatif des changements climatiques d’aujourd’hui aux années 2080 selon deux modèles de scénarios climatiques couvrant le Royaume-Uni (projet UKCIP) ou l’Europe (projet ACACIA)

Variable	UKCIP	ACACIA
Température		
Température moyenne	+ 2 à + 5 °C	+ 0,8 à + 3,2 °C
Arrivée du printemps	1–3 semaines plus tôt	-
Températures estivales extrêmes	Augmentation	Augmentation x 9 ou 10
Hivers extrêmement froids	-	Disparition
Précipitations		
Précipitations moyennes	0 à - 15 %	Variable
Précipitations estivales	Diminution	0 à + 8 % (N) 0 à - 15 % (S)
Humidité des sols en été	- 40 %	Diminution
Précipitations hivernales	Augmentation	Augmentation
Précipitations hivernales extrêmes	Augmentation	-
Chutes de neige	- 30 à - 90 %	-
Autre		
Montée des eaux	- 2 à + 58 cm (NO) + 26 à + 86 cm (SE)	+ 5 à + 90 cm (NO) + 35 à + 140 cm (SE)
Niveaux extrêmes des eaux	Augmentation	-
Vents violents	-	Augmentation

Tableau 2 : Récapitulatif de l'état des connaissances concernant l'impact des changements climatiques sur les espèces migratrices selon les groupes taxinomiques. D'après l'accord général d'un panel d'experts ayant assisté à un atelier, à Cambridge, en mars 2005.

Facteurs de changements climatiques	Oiseau x	Chauve s-souris	Mammifères terrestres et marins	Poisso ns	Tortues	Insectes
Profils des migrations	***	*	**	*	*	*
Niveau d'abondance & répartition	***	**	**	**	**	*
Utilisation des habitats de chaque espèce permettant l'élaboration de modèles à l'avenir	***	**	*	*	*	*

*** = bonnes informations pour certaines espèces ; ** = certaines connaissances ; * = connaissances limitées ou nulles

Tableau 3 : Récapitulatif de l'impact probable des changements climatiques sur les dynamiques des populations des espèces migratrices selon les groupes taxinomiques. Les tirets indiquent que les facteurs en question ne s'appliquent généralement pas au groupe désigné ; les effets particulièrement importants qui sont (relativement) bien décrits sont surlignés. On ne sait pratiquement rien de l'impact des changements climatiques sur les insectes. D'après l'accord général d'un panel d'experts ayant assisté à un atelier, à Cambridge, en mars 2005, et l'analyse du rapport principal.

Facteurs	Oiseaux	Chauves- souris	Mammifères	Poissons	Tortues
Disparition des sites d'étape	Important	Oui	--	--	--
Température	Indirect	--	Oui (partic. les esp. marines, arctiques)	Important	oui
Disparition de l'habitat utilisé pour la reproduction	Oui (important pour certains)	Oui	Oui	Oui	Important
Allongement des trajets migratoires	Oui	Oui ?	Oui (partic. terrestres)	?	--
Décalage temporel	Oui	?	?	Oui	--
Modification de la disponibilité des proies	Oui	Oui	Important (marins uniquement ?)	Oui	Oui
Compétition entre espèces	Objet de débats	Lieux de perchage ?	?	?	Non
Habitats non reproductifs/sites d'hivernage	Oui	Oui	?	?	Important

Tableau 4 Récapitulatif des menaces auxquelles sont confrontées les espèces migratrices répertoriées par la CMS. Dans chaque cas, le nombre d'espèces touchées est indiqué, dans de nombreux cas, une espèce donnée doit faire face à plusieurs menaces différentes. D'après les informations de l'annexe 1, tableau 11.

Effets des changements climatiques		Effets anthropogéniques	
Baisse du niveau des nappes phréatiques	127	Chasse ou persécution	137
Fréquence accrue des sécheresses (nappes phréatiques et sécheresses)	84 (160)	Disparition de l'habitat	132
Décalage avec l'abondance des proies	73	Dérangement par l'Homme	76
Montée des eaux	55	Surpâturage	63
Déplacement de l'habitat	52	Intensification de l'agriculture (surpâturage et intensification)	22 (70)
Modification de la portée des proies	50	Mortalité directe	49
Fréquence accrue des tempêtes	20	Pêche excessive / pêche à la palangre	42
		Introduction d'espèces	30
Aucune menace	35	Aucune menace	59
Nombre total d'espèces	300		300

1. Ainley, D., Wilson, P. & Fraser, W.R. (2000) Effects of climate change on Antarctic sea-ice and penguins. *WCMC Biodiversity Series* **11**, 26-27.
2. Anon. (1999) Action plan for marine turtles in: *UK Biodiversity Group Tranche 2 Action Plans - Volume V: Maritime species and habitats*, p37. HMSO, London.
3. *Climate change and wetlands: impacts adaptation and mitigation*. Resolution VIII.3, adopted at CoP8 of the Convention on Wetlands, Valencia, Spain, November 2002.
4. Arlettaz, R., Criste, P., Lugon, A., Perrin, N. & Vogel, P. (2001) Food availability dictates the timing of parturition in insectivorous mouse-eared bats. *Oikos* **95**, 105-111.
5. Atkinson, P.W., Crooks, S., Drewitt, A., Grant, A., Rehfisch, M.M., Sharpe, J. & Tyas, C. (2004) Managed realignment in the UK - the first five years of colonization by birds. *Ibis* **146**, 101-110.
6. Austin, G. & Rehfisch, M.M. (2005) Shifting non-breeding distributions of migratory fauna in relation to climate change. *Global Change Biology* **11**, 31-38.
7. Baillie, S.R., *et al.* (2005) *Breeding Birds in the Wider Countryside: their conservation status 2004*. BTO Research Report No. 385. BTO, Thetford.
8. Bairlein, F. (1991) Seasonal occurrence, body mass and fattening of migratory birds in N. Algeria during autumn migration. *Vogelwarte* **34**, 237-248.
9. Bairlein, F. & Hüppop, O. (2004) Migratory fuelling and global climate change. *Advances in Ecological Research* **35**, 33-47.
10. Beaugrand, G., Brander, K.M., Lindley, J.A., Souissi, S. & Reid, P. C. (2003) Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. *Nature* **426**, 661-664.
11. Berry, P.M., Dawson, T.P., Harrison, P.A. & Pearson, R.G. (2002) Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. *Global Ecology and Biogeography* **11**, 453-462.
12. Berthold, P. (2001) *Bird migration: a general survey*. Oxford Univ. Press, Oxford.
13. Bjørge, A. (2002) How persistent are marine mammal habitats in an ocean of variability? In: *Marine mammals: biology and conservation*. P. G. H. Evans and J. A. Raga. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers: 63-91.
14. Both, C. & Visser, M.E. (2001) Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* **411**, 296-298.
15. Both, C., *et al.* (2004) Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier. *Proceedings of the Royal Society of London B* **271**, 1657-1662.
16. Boyd, I.L. (1996) Individual variation in the duration of pregnancy and birth date in Antarctic fur seals: the role of environment, age, and sex of fetus. *Journal of Mammalogy* **77**, 124-133.
17. Boyd, I.L. (2002) Antarctic marine mammals. In *Encyclopedia of Marine Mammals*. (eds W. F. Perrin, W.F., Würsig, B. & Theewissen, J.G.M. San Diego, Academic Press: 30-36.
18. Burton, J. (1995) *Birds and Climate Change*. Christopher Helm, London.
19. Cannon, R.J.C. (1998) The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. *Global Change Biology* **4**, 785-796.
20. Coppack, T. & Both, C. (2003) Predicting life-cycle adaptation of migratory birds to global climate change. *Ardea* **90**, 369-378.
21. Crick, H.Q.P. (2004) The impact of climate change on birds. *Ibis* **146**, 48-56.
22. Crick, H.Q.P. & Sparks, T.H. (1999) Climate change related to egg-laying trends. *Nature* **399**, 423-424.
23. Dunn, P. (2004) Breeding dates and reproductive performance. *Advances in Ecological Research* **35**, 69-87.

24. Ericsson, G., Ball, J.P. & Danell, K. (2002) Body mass of moose calves along an altitudinal gradient. *Journal of Wildlife Management* **66**, 91-97.
25. European Environment Agency (2004) *Impacts of Europe's changing climate*. European Environment Agency, Copenhagen.
26. Faustino, C., *et al.* (2004) *Mycoplasmal gallisepticum* infection dynamics in a House Finch population: empirical analysis of seasonal variation in survival, encounter and transmission rate. *Journal of Animal Ecology* **73**, 651-669.
27. Ferguson, S.H. & Elkie, P.C. (2004) Seasonal movement patterns of woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*). *Journal of Zoology, London* **262**, 125-134.
28. Fleming, T.H. & Eby, P. (2003) Ecology of Bat Migration. in *Bat Ecology*. (Eds Kunz, T.H. & Fenton, M.B.) Pp 156-208. The University of Chicago Press, Chicago.
29. Forchhammer, M.C., Post, E. & Stenseth, N.C. (1998) Breeding phenology and climate... *Nature* **391**, 29-30
30. Frederiksen, M., Wanless, S., Harris, M.P., Rothery, P. & Wilson, L.J. (2004) The role of industrial fisheries and oceanographic change in the decline of North Sea black-legged kittiwakes. *Journal of Applied Ecology* **41**, 1129-1139.
31. Fryxell, J.M. & Sinclair, A.R.E. (1988) Causes and consequences of migration by large herbivores. *Trends in Ecology and Evolution* **3**, 237-241.
32. Gannon, M.R. & Willig, M.R. (1994) The effects of Hurricane Hugo on bats of the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico. *Biotropica* **26**, 320-331.
33. Gauthreaux, S.A. (in prep.) Atmospheric trajectories and spring bird migration across the Gulf of Mexico. *Journal of Ornithology*.
34. Gill, J., Watkinson, A. & Côté, I. (2004) Linking sea level rise, coastal biodiversity and economic activity in Caribbean island states: towards the development of a coastal island simulator. *Tyndall Centre for Climate Change Research. Technical Report 9*.
35. Gitay, H., Suárez, A., Watson, R.T. & Dokken, D.J. (2002) *Climate change and biodiversity*. IPCC Technical Paper V.
36. Green, R.E. (1999) Applications of large-scale studies of demographic rates to bird conservation. *Bird Study* **46**, S279-S288.
37. Harrison, P.A., Berry, P.M. & Dawson, T.P. (2001) *Modelling natural resource responses to climate change (MONARCH)*. Environmental Change Institute, Oxford.
38. Harwood, J. (2001) Marine mammals and their environment in the twenty-first century. *Journal of Mammalogy* **82**, 630-640.
39. Hays, G.C., Broderick, A.C., Glen, F. & Godley, B.J. (2003) Climate change and sea turtles; a 150-year reconstruction of incubation temperature at a major turtle rookery. *Global Change Biology* **9**, 642-646.
40. Heihsohn, G. & Heinsohn, R. (1999) Long-term dynamics of a rodent community in an Australian tropical rainforest. *Wildlife Research* **26**, 187-198.
41. Hickling, R., Roy, D.B., Hill, J.K & Thomas, C.D. (2005) A northward shift of range margins in British Odonata. *Global Change Biology* **11**, 502-506
42. Hulme, M., *et al.* (2002) *Climate change scenarios for the United Kingdom: the UKCIP02 scientific report*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Norwich.
43. IPCC (2001b) *Climate Change 2001: the scientific basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
44. Jones, K.E., Barlow, K.E., Vaughan, N., Rodrigues-Duran, A. & Gannon, M. (2001) Short-term impacts of extreme environmental disturbance on the bats of Puerto Rico. *Animal Conservation* **4**, 59-66.

45. Jones, M.L. & Swartz, S.L. (2002) Gray whale. In: *Encyclopedia of Marine Mammals*. (Eds Perrin, W.F., Würsig, B. & Thewissen, J.G.M.) pp 524-536. Academic Press, San Diego
46. Leech, D.I., & Crick, H.Q.P. (in prep) Influence of weather variables on the productivity of single-brooded bird species in Britain.
47. Lehikoinen, E., Sparks, R.H. & Zalakevicius, M. (2004) Arrival and departure dates. *Advances in Ecological Research* **35**, 1-32.
48. Levey, D.J., Bolker, B.M., Tewksbury, J.J., Sargeant, S., Haddad, N.M. (2005) Effects of landscape corridors on seed dispersal by birds. *Science* **309**, 146-148.
49. MacLeod, C.D., *et al.* (2005) Climate change and the cetacean community of north-west Scotland. *Biological Conservation* **124**, 477-483
50. Mitchell, T.D., Carter, T.R., Jones, P.D., Hulme, M. & New, M. (2004) *A comprehensive set of high resolution grids of monthly climate for Europe and the Globe*. Tyndall Centre for Climate Change Research, Norwich.
51. Moss, R., Oswald, J. & Baines, D. (2001) Climate change and breeding success: decline of the capercaillie in Scotland. *J. Anim. Ecol.*, **70**, 47-61.
52. Nakicenovic, N. *et al.* (2000) *Special Report on Emissions Scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge.
53. Parmesan, C. & Yohe, G. (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* **421**, 37-42.
54. Parry, M.L. (ed) (2001) *Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project* Jackson Environment Institute, Norwich.
55. Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R. & Reynolds, J.D. (2005) Climate change and distribution shifts in marine species. *Science* **308**, 1912-1913.
56. Pierce, G.J. & Boyle, P.R. (2003) Empirical modelling of interannual trends in abundance of squid (*Loligo forbesi*) in Scottish waters. *Fisheries Research* **59**, 305-326.
57. Piersma, T. & Lindström, Å. (2004) Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change. *Ibis* **146**, (S1): 61-69.
58. Pounds, J.A., Fogden, M.P.L. & Campbell, J.H. (1999) Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* **398**, 611-615.
59. Racey, P.A. & Entwistle, A.C. (2000) Life-history and reproductive strategies of bats. In: *Reproductive Biology of Bats*. (Eds Crighton, E.G. & Krutzsch, P.H.) Pp363-414 Academic Press, London.
60. Reijnders *et al.* (1993) Seals, Fur Seals, Sea Lions, and Walrus. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN Seal Specialist Group. Gland, Switzerland.
61. Robinson, R.A., Baillie, S.R. & Crick, H.Q.P. (in prep) Weather-dependent survival: implications of climate change for passerine population processes.
62. Root, T.L. *et al.* (2003) Fingerprints of global warming on plants and animals. *Nature* **421**, 57-60.
63. Ross, P.S., Vos, J.G. Birnbaum, L.S. & Osterhaus, A.D.M.E. (2000) PCBs are a health risk for humans and wildlife. *Science* **289**, 1878-1879.
64. Roy, D.B. & Sparks, T.H. (2000) Phenology of British butterflies and climate change. *Global Change Biology* **6**, 407-416.
65. Sear, C., Hulme, M., Adger, N. & Brown, K. (2001) The impacts of climate change on the UK Overseas Territories. Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Kent/Tyndall Centre for Climate Change Research, Norwich.
66. Shimazaki, H. *et al.* (2004) Network analysis of potential migration routes for Oriental White Storks (*Ciconia boyciana*). *Ecological Research* **19**, 683-698.

67. Sinclair, A.R.E. & Fryxell, J.M. (1985) The Sahel of Africa: ecology of a disaster. *Canadian Journal of Zoology* **63**, 987-994.
68. Sissener, E.H. & Bjørndal, T. (2005) Climate change and the migratory pattern for Norwegian spring-spawning herring - implications for management. *Marine Policy* **29**, 299-309.
69. Soutullo, A.. (2004) Climate change and shifts in winter distribution of European breeding birds. M.Sc. Thesis, University of East Anglia, Norwich.
70. Sparks, T.H., Roy, D.B. & Dennis R.L.H. (2005) The influence of temperature on migration of Lepidoptera into Britain. *Global Change Biology* **11**, 507-514.
71. Stefanescu, C., Peñuelas, J. & Filella, I. (2003) Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology* **9**, 1494-1506.
72. Thirgood, S., *et al.* (2004) Can parks protect migratory ungulates? The case of the Serengeti wildebeest. *Animal Conservation* **7**, 113-120.
73. Thomas, C.D. & Lennon, J.J. (1999) Birds extend their ranges northwards. *Nature* **399**, 213.
74. Thomas, C.D. *et al.* (2004) Extinction risk from climate change. *Nature* **427**, 145-148.
75. Turrell, W.R. (1999). *Scottish Ocean Climate Status Report 1998*. Fisheries Research Service, Aberdeen.
76. Visser, M.E., Both, C. & Lambrechts, M.M. (2004) Global climate change leads to mistimed avian reproduction. *Advances in Ecological Research* **35**, 89-110.
77. Visser, M.E. *et al.* (2003) Variable responses to large-scale climate change in European Parus populations. *Proc. R. Soc. Lond. B* **270**, 367-372.
78. Vogel, P., Jutzeler, S, Rulence, B & Reutter, B.A. (2002) Range expansion of the greater white-toothed shrew *Crocidura russula* in Switzerland results in local extinction of the bicoloured white-toothed shrew *C. leucodon*. *Acta Theriologica* **47**, 15-24.
79. Walther, G.R., *et al.* (2002) Ecological responses to recent climate change. *Nature* **416**, 389-395.
80. Wernham, C.V. *et al.* (2002) *The migration atlas: movements of birds in Britain and Ireland*. Poyser, London.
81. Whitehead, H. (1997) Sea surface temperature and the abundance of sperm whale calves off the Galapagos Islands: implications for the effects of global warming. *Report of the International Whaling Commission*. **47**, 941-944.
82. Whyte I.J. & Joubert S.C.J. (1988) Blue wildebeest population trends in the Kruger National Park and the effect of fencing. *South African Journal of Wildlife Research* **18**, 78-87.
83. Zedler, J. (2004) Compensating for wetland losses in the United States. *Ibis* **146**, 92-100.
84. Zöckler, C. & Lysenko, I. (2000) Water birds on the edge: first circumpolar assessment of climate change impact on Arctic breeding wader birds. *WCMC Biodiversity Series* **11**, 20-25.