



16^{ème} RÉUNION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA CMS

Bonn, Allemagne, 28-30 juin 2010

PNUE/CMS/ScC16/Doc.8
Point 8.0 de l'ordre du jour

CHANGEMENT CLIMATIQUE: UNE MENACE PRIMAIRE POUR LES ESPECES MIGRATRICES

(Préparé par le Secrétariat CMS)

Contexte

1. Il est de plus en plus évident que le changement climatique deviendra l'une des causes primaires de la perte de biodiversité au cours du 21^{ème} siècle. Plus d'un cinquième des espèces végétales et animales vont être probablement exposées à un plus grand risque d'extinction en raison du réchauffement global de seulement 2 ou 3 degrés Celsius au-dessus des niveaux préindustriels (Fischlin et autres 2007). Il est évident que la faune et la flore ont déjà été sensiblement affectées par un changement climatique récent (par exemple Walther 2002, Parmesan & Yohe 2003, Parmesan 2006). Parmi celles-ci se trouvent de nombreuses espèces migratrices, dont les populations sont déjà en déclin en raison des changements climatiques (Robinson et autres 2005, Both et autres 2006, Møller et autres 2008).

2. Le processus de la migration animale est étroitement lié aux conditions climatiques. On le considère généralement comme une adaptation à tirer bénéfice de la variation temporelle et spatiale de la disponibilité des ressources. La pression évolutionnaire de sélection a été assez forte pour que les animaux arrivent au moment optimal aux emplacements clés, tels que la reproduction, l'hivernage, l'escale ou la mutation. Etant donné que le climat change, ces optimums spatiaux temporels sont susceptibles de changer. Ces modifications déjà en cours d'observation sont décrites dans les paragraphes suivants. La persistance d'espèces dépendra de la manière et la vitesse auxquelles elles s'adaptent dans des écosystèmes déjà fortement fragmentés et anthropologiquement très influés.

Modifications temporelles des migrations

3. Les espèces migratrices sont particulièrement vulnérables au changement climatique dû à leurs cycles de vie complexes, croisant souvent des biomes multiples dans le processus. On a observé des réponses/réactions distinctes au changement climatique dans les populations migratrices, particulièrement celles venant des espèces aviaires. Des changements temporels, spécifiquement l'avancement de la migration printanière, se sont fréquemment produits en particulier dans l'hémisphère nord. En réponse à l'augmentation récente des températures au printemps, beaucoup d'oiseaux migrants sont arrivés plus tôt pour se reproduire (par exemple Gienapp 2007, Pulido & Berthold 2004, Møller et autres. 2004, Gordo 2007). Des observations semblables ont été faites pour les poissons (Perry et autres 2005). Le fait de ne pas pouvoir arriver au moment optimal à cause du changement climatique a été lié à un déclin dans le succès de la reproduction (Dunn 2004, Visser et autres 2004). Il faut bien noter que

relativement peu de données sont actuellement disponibles pour l'hémisphère sud. Contrairement à d'autres régions dans le monde, la majorité des oiseaux étudiés ici ont retardé plutôt qu'avancé leurs dates d'arrivée et de reproduction (Barbraud & Weimerskirch 2006).

Modifications spatiales des migrations

4. Les réponses spatiales au changement climatique ont inclus un changement de la distance et de la direction de la migration, menant généralement à des modifications dans la gamme des espèces. On a pu montrer que la distance de migration peut se prolonger comme se raccourcir (Carey 2009), allant même jusqu'à une transformation complète vers un style de vie sédentaire. Ceci a souvent comme conséquence un changement des états de l'aire de répartition, ce qui peut avoir des implications profondes concernant les structures de gestion de conservation, telles que les accords CMS. Au Danemark, par exemple, on s'attend à ce que 35 à 40% des espèces d'oiseaux disparaissent dans les 80 années à venir, mais on s'attend à ce qu'un nombre semblable de nouvelles espèces d'oiseaux se déplacent vers le Danemark pendant cette période (Huntley et autres 2008). Les variations aviaires de l'aire de répartition dans l'hémisphère nord tendent à prendre une direction septentrionale, mais avec beaucoup d'exceptions une direction occidentale, orientale et même une direction méridionale. On a suggéré que les aires de répartition des espèces migratrices puissent se modifier bien plus que celles des espèces sédentaires (Price & Root 2001).

Facteurs influençant la vulnérabilité des espèces

5. Les réponses au changement climatique tendent à être spécifiques à l'espèce, rendant difficile l'identification des interventions de politique individuelle pour réduire l'impact du changement climatique sur les espèces migratrices. En dépit des besoins urgents, il n'a pas encore été possible d'émettre des recommandations générales pour les groupes d'espèces taxonomiques ou géographiquement rassemblés (Fischlin et autres 2007). La recherche actuellement conduite par la société zoologique de Londres (ZSL) pour la CMS a pour but de réduire ce manque dans notre connaissance en identifiant ces espèces de l'annexe I qui sont en particulier menacées par le changement climatique (UNEP/CMS/ScC16/Inf.8).

6. Tandis qu'il est souvent techniquement faisable de prévoir les conditions préalables pour la survie d'espèces dans un habitat à l'avenir, il est actuellement extrêmement difficile de prévoir comment la végétation et les assemblages fauniques associés se déplaceront d'un habitat à l'autre dans les habitats fortement changés anthropologiquement d'aujourd'hui (Faaborg et autres 2010). Il y a cependant un certain nombre de facteurs qui ont été identifiés pour se corréliser avec la vulnérabilité élevée d'espèces, et qui sont décrits dans UNEP/CMS/Conf.9.24 et ailleurs (par exemple Robinson et autres 2005, Robinson et autres 2008, Foden et autres 2008). Une brève mise à jour des résultats pertinents récents est fournie ci-dessous.

7. Les migrants de longue distance sont vraisemblablement plus vulnérables que ceux de courte distance parce que se trouvant dans leurs territoires éloignés d'hivernage, ils ne peuvent pas prévoir le moment où le printemps démarrera dans leurs lieux de reproduction (Both et autres 2010). Cette "discordance" devient particulièrement problématique quand le climat à un emplacement critique change différemment de celui d'un autre emplacement dans l'itinéraire migrateur d'une espèce. Il y a de bonnes raisons de penser que quelques déclinés dans les espèces aviaires résultent déjà de cette «hypothèse de disparité de phénologie» (Jones & Cresswell 2010).

8. La non adaptation de la présence d'espèces avec des approvisionnements alimentaires tels que les insectes pour les oiseaux ou le krill pour les cétacés est un autre souci (Dunn 2004). Plus le régime d'une espèce migratrice est spécialisé, plus il est probable que cette espèce soit en danger (Vegvari 2010).

9. Les espèces qui atteindront des barrières naturelles telles que l'océan arctique en raison de leur variation dans l'aire de répartition sont susceptibles d'être particulièrement menacées d'extinction. Les espèces polaires et celles dépendant d'habitats à haute altitude tel que les grues à cou noir (les *Grus nigricollis*, annexe 1 de la CMS) sont susceptibles d'être à haut risque. On a estimé qu'une augmentation seulement d'un 1° Celsius des températures globales réduit l'habitat approprié des oiseaux se reproduisant en altitude élevée de plus de 50% (Rodenhouse et autres 2008). La résolution 9.9 sur les espèces marines migratrices identifie la menace croissante du changement climatique sur les espèces marines, particulièrement dans la région arctique, et invite le Conseil Scientifique à agir.

10. Le procédé de détermination du sexe de beaucoup de reptiles migrateurs (par exemple, tortues marines) est dépendant de la température. Il y a un risque significatif que ces espèces souffriront de rapports biaisés entre les sexes et d'un effondrement démographique dû au changement climatique rapide. Cependant, les données critiques manquent, rendant difficile d'évaluer la manière dont les différentes espèces seront affectées (Mitchell & Janzen 2010).

11. Il y a beaucoup d'autres menaces plus importantes en relation avec le changement climatique, qui auront un impact considérable sur les populations migratrices, souvent dépassant même les facteurs de vulnérabilité décrits ci-dessous et ailleurs (Foden et autres 2008). Des changements du régime de l'eau (nappes phréatiques inférieures, sécheresse) et la perte étendue d'habitat résultant du changement climatique ont été identifiés comme menaces susceptibles d'affecter le plus grand nombre d'espèces migratrices terrestres (Robinson et autres 2005). Avec ces facteurs à grande échelle tels que la perte d'habitat, ce n'est pas une tâche aisée d'identifier si l'entité géographique ou taxonomique est susceptible d'être frappée le plus durement, l'évaluation détaillée et la modélisation sont généralement exigées.

12. Fondamentalement, le potentiel évolutionnaire d'une espèce de s'adapter au changement climatique contemporain est critique pour sa survie. Ces espèces dont les migrations dépendent d'horloges endogènes et de *Zeitgebers* (horloges temporelles) rigides, telles que la photopériode, sont susceptibles d'avoir le plus de difficultés dans l'adaptation au changement climatique (Carey 2009). L'évidence récente des "blackcaps" migrateurs (*atricapilla de Sylvia*) suggère que la microévolution soit faisable pour les oiseaux qui émigrent à courte ou à moyenne distance et que ces oiseaux peuvent s'adapter génétiquement au changement climatique à une vitesse suffisante en émigrant sur des distances plus courtes (Pulido & Berthold 2010). On a montré que sous la pression intense de sélection les oiseaux peuvent devenir permanents et que ce changement comportemental soit génétiquement commandé.

Le mandat de la CMS et les réalisations

13. Pour savoir si une espèce persistera et survivra au changement climatique contemporain, ceci dépendra de ses traits écologiques et physiologiques, de son potentiel évolutionnaire et dans certains cas également des efforts entrepris par les humains pour empêcher son extinction. C'est le dernier de ces éléments qui préoccupe la CMS particulièrement.

14. Le mandat du changement climatique de la Convention sur les espèces migratrices a été sensiblement élargi avec la résolution 9.7 en 2008 suivant la résolution 8.13 et plusieurs rapports de recherches des années précédentes (pour son examen voir UNEP/CMS/Conf.9.24). La publication de l'organisation britannique pour l'ornithologie en 2005 sur le «changement climatique et les espèces migratrices» financés par le DEFRA du R-U est probablement la plus exceptionnelle en termes d'impact et de pertinence avec les espèces de la CMS jusqu'à ce jour (UNEP/CMS/Inf. 8.19 ; Robinson et autres 2005). Le 4ème rapport d'évaluation de l'IPCC a incorporé ce rapport dans sa méta analyse et a spécifiquement décrit l'impact du changement climatique sur les oiseaux migrateurs (par exemple voir le chapitre 4, boîte 4.5 ; Fischlin et autres 2005). Les recommandations du rapport de DEFRA sont toujours immédiatement appropriées à la politique de la CMS, mais n'ont pas été entièrement reflétées dans la politique de la CMS. Le Conseil Scientifique revisitant cette publication substantielle est susceptible d'en tirer profit.

15. Le secrétariat de la CMS a activement mis en application la résolution 9.7 au cours de la période intersession depuis la CMS COP9, y compris les activités visant les Parties à agir. Des mesures d'adaptation et de recherches concernant le changement climatique ont commencé à être incorporées à un certain nombre de plans d'action, tels que celui concernant les râles à miroirs (*Sarothrura ayresi*), comme exigé par le paragraphe 12 de la résolution. Les aires de répartition des espèces sous de futurs scénarios de changement climatique ont été prévues par des organismes de collaboration et incorporées au cours des réunions concernant les espèces (par ex. le protocole d'accord du grand Bustard).

16. Avec l'aide du ZSL, la base de données de bioclimat (www.bioclimate.org) a été augmentée pour couvrir la littérature scientifique sur le changement climatique et les espèces migratrices (résolution 9.7 du paragraphe 6.). Cette base de données en ligne libre d'accès pour la littérature sur le changement climatique exige davantage d'investissement et a le potentiel de devenir une ressource principale pour l'élaboration de la politique au niveau scientifique dans le secteur du changement climatique et de la biodiversité.

17. Le secrétariat de la CMS avait touché un certain nombre d'autres accords multilatéraux pour l'environnement, NGOs et établissements scolaires pour améliorer l'assistance technique offerte aux parties de la CMS en ce qui concerne le changement climatique, comme exigé par la section 11 de la résolution 9.7. Le secrétariat a présenté d'une part les menaces que le changement climatique provoque chez les espèces migratrices et d'autre part le mandat de la CMS à d'autres Accords multilatéraux pour l'environnement (par exemple la convention de Berne), aux Parties et Non Parties (par exemple la République de Corée) et d'autres organismes de conservation, tels que IUCN. À la COP15 de UNFCCC à Copenhague la Convention a eu un stand de conférence et eu un contact direct avec les délégués soulignant le besoin d'action et d'importance des espèces migratrices, par exemple en accentuant le fait que les espèces migratrices peuvent agir en tant qu'indicateurs de changement biologique induit par le climat. Des résultats préliminaires du projet de recherche en cours de ZSL, qui est décrit ci-dessous, ont été présentés.

18. Les parties ont contribué à augmenter la capacité en personnel du secrétariat de la CMS pour traiter les affaires du changement climatique en créant à la COP9 un nouveau poste pour un officier scientifique et technique associé. Le titulaire occupe le poste depuis juin 2010, consacre approximativement un cinquième de son temps de travail au changement climatique et est dirigé directement par l'officier scientifique et technique.

19. Le 15^{ème} Conseil Scientifique a souligné qu'il y a un besoin significatif des décideurs politiques d'obtenir une vue d'ensemble de l'impact du changement climatique sur les espèces migratrices et d'obtenir les mises à jour régulières sur des menaces naissantes, de sorte que des mesures puissent être prises pour conserver les espèces en question. Cependant, actuellement il y a seulement deux types d'évaluations disponibles: (1) les prévisions modèles pour l'habitat et les modifications des aires de répartition des espèces et (2) des évaluations spécifiques à l'espèce pour seulement un nombre relativement petit d'espèces. Sur cette base, il est difficile d'identifier quelles espèces sont les plus menacées et quelles actions sont susceptibles d'avoir le plus grand impact positif sur la conservation.

20. Il n'y a actuellement aucun système d'évaluation en place pour identifier quelles espèces migratrices sont les plus menacées par le changement climatique et qui exigent une attention pressante. La CMS satisfait ce besoin avec l'aide du ZSL, comme exigé par le paragraphe 2 de la résolution 9.7 (mandat des Parties). La recherche est conduite pour identifier ces espèces de l'annexe I de la CMS, qui sont les plus susceptibles d'être mis en danger plus fortement par le changement climatique (UNEP/CMS/ScC16/Inf.8). Les catégories de menace développées illustrent le fait que les espèces avec des aires étendues soient généralement vulnérables, avec des tortues étant particulièrement menacées. Les mammifères marins, les oiseaux aquatiques et les oiseaux marins tendent à être aussi fortement affectés par le changement climatique. Une évaluation plus détaillée des oiseaux aquatiques dans les voies de migration africaines eurasiennes est disponible ailleurs (AEWA/MOP 4.27). L'évaluation de ZSL, comme la méthodologie utilisée, va subir une revue complète par le Conseil Scientifique.

21. IUCN développe actuellement un système « de drapeau rouge » dans sa liste rouge pour indiquer qu'une espèce est particulièrement menacée par le changement climatique. Ce dispositif d'alerte plus large est susceptible d'être particulièrement utile pour mettre en évidence ces espèces qui ne sont pas encore identifiées comme étant particulièrement menacé par la liste de la CMS ou par d'autres mesures. Le projet de ZSL, d'autre part, fournit une vue plus détaillée de plus de 40 espèces de l'annexe I de la CMS. Il s'agit pour le 16^{ème} Conseil Scientifique de donner un avis sur la façon de procéder en ce qui concerne l'évaluation du reste de l'annexe I et de l'ensemble de l'annexe II.

Les affaires exceptionnelles où les directives du Conseil Scientifique sont demandées

22. Un atelier régional sur le changement climatique et les espèces migratrices est exigé par le paragraphe 8 de la résolution 9.7. Il y a plusieurs besoins que l'atelier pourrait satisfaire. Premièrement, la méthodologie pour identifier les espèces les plus menacées par le changement climatique pourrait être passée en revue. Deuxièmement, l'atelier pourrait évaluer le renforcement des capacités et/ou les besoins des Parties pour contrôler les espèces migratrices quant aux futurs scénarios de changement climatique (paragraphe 5, recherche 9.7). Ceci aurait pour but d'inclure la surveillance du changement biologique induit par le climat. Troisièmement, l'atelier pourrait se concentrer sur la façon de concevoir et de contrôler les réseaux critiques d'emplacement avec le changement climatique à l'esprit. Le Conseil Scientifique est prié de donner un avis sur quels sujets l'atelier devrait se concentrer. Les offres pour accueillir l'atelier seront les bienvenues.

23. À la COP8 un groupe de travail sur le changement climatique a été mis en place. Le président du groupe a réuni de nouveau avec succès des experts en matière de changement climatique pendant la COP9 pour passer en revue et faire un avant projet de la Résolution 9.7. Tandis que le groupe était activement engagé pendant la COP9 en 2008, il n'y a eu aucune

action depuis. D'un point de vue émanant du secrétariat le besoin d'un groupe de travail intersession actif presse. Il est de ce fait proposé que des conseillers scientifiques soient identifiés pour cette tâche stimulante, qui ainsi avec des observateurs de la CMS et d'autres experts qualifiés pourront constituer un tel groupe de travail intersession sur le changement climatique.

24. Les parties de la CMS se sont engagés à mettre en application le mandat du changement climatique de la CMS par les résolutions 8.13 et 9.7. Cependant, seulement le Royaume-Uni s'est investi de manière significative dans cette tâche jusqu'à présent. Une excellente revue des recherches (UNEP/CMS/Inf. 8.19) et une évaluation de l'utilisation des espèces migratrices comme indicateurs biologiques du changement climatique (UNEP/CMS/Inf. 9.22) ont été financés par le R-U. Depuis que le 15ème Conseil Scientifique s'est réuni en 2008, aucune contribution volontaire n'a été reçue pour le changement climatique. Une poursuite de cette tendance rendra l'exécution du travail de la convention sur le changement climatique impossible. Les Conseillers scientifiques sont priés d'apporter la divergence saisissante entre le niveau de la menace et l'aide financière à l'attention des Parties.

25. Il est évident que les réseaux fonctionnels des habitats entourant la pleine variation régionale soient exigés pour aider les espèces migratrices dans l'adaptation au changement climatique. Les résultats prometteurs des études génétiques récentes décrites ci-dessus suggèrent que beaucoup d'espèces pourront s'adapter. La conservation de l'habitat des réseaux fonctionnels est susceptible d'être «le dénominateur commun» de la plupart des mesures d'adaptation, particulièrement à la lumière de l'incertitude dominante entourant la réponse des espèces au changement climatique. Etant donné la capacité et les fonds limités de la CMS, il pourrait donc être fructueux de se concentrer plus fortement sur le développement d'emplacements critiques appropriés pour les espèces migratrices, au moins en ce qui concerne les espèces terrestres et aviaires.

26. Il y a également un besoin de zones protégées et d'entités juridiques telles que les accords de CMS pour s'ajuster avec souplesse aux modifications des aires de répartition des espèces liées au changement climatique. Les zones protégées mobiles se concentrant sur l'habitat critique seulement de façon saisonnière peuvent fournir une addition utile, telles que les *zakazniks* mobiles qui ont été employés par l'Union Soviétique pour protéger les terrains de vèlage de l'antilope de Saiga *Saiga tatarica* au printemps (CMS annexe II, Gordon et autres 2004). Les Parties devraient également présenter de la flexibilité dans leur législation cadre afin de gagner une agilité dans la désignation des nouveaux emplacements qui faciliteront l'adaptation d'espèces au changement climatique.

Action demandée:

Le 16ème Conseil Scientifique doit:

- a. Considérer l'établissement d'un groupe de travail d'intersession sur le changement climatique;
- b. Identifier les experts appropriés et une présidence pour le groupe de travail d'intersession sur le changement climatique;
- c. Revisiter les recommandations émises par Robinson et autres 2005;

- d. Identifier les lacunes principales dans la recherche courante sur les interactions du changement climatique et des espèces migratrices et encourager le comblement de ces lacunes telles que notre compréhension de l'impact du changement climatique sur les espèces non aviaires ou dans l'hémisphère sud;
- e. Passer en revue la dernière information disponible sur le statut actuel et prévu de conservation, par rapport aux conséquences possibles du changement climatique, de toutes les espèces marines migratrices arctiques énumérées dans les annexes de la CMS et considérer si des espèces marines supplémentaires se garantissent (résolution 9.9);
- f. Évaluer comment la vulnérabilité des espèces restantes de l'annexe I de la CMS et des espèces de l'annexe II devrait être évaluée (section 2, résolution 9.7) et identifier des sources de placement potentielles;
- g. Chercher des avenues pour la recherche et le dialogue sur les effets du changement climatique sur des espèces marines migratrices avec d'autres accords multilatéraux et d'autres organismes appropriés (résolution 9.9);
- h. Considérer si la CMS devrait s'engager plus étroitement dans un programme de l'UNFCCC de Nairobi et soumettre un engagement d'action;
- i. Soulever la conscience de la menace que le changement climatique constitue aux espèces migratrices;
- j. Encourager les parties et les Non Parties à incorporer le changement climatique dans leurs stratégies de surveillance nationales;
- k. Encourager et prévoir encore d'autres réseaux critiques d'emplacement, qui sont conçus pour être bien connectés sous de futurs scénarios de changement climatique;
- l. Évaluer comment la rigidité légale des systèmes de zone protégée pourrait être surmontée, y compris l'application des zones protégées limitées de façon saisonnière et mobiles;
- m. Apporter la divergence entre la menace de changement climatique et le financement disponible pour s'occuper de cette menace à l'attention des parties de la CMS et pour donner un avis sur l'ordre du jour et le centre de l'atelier régional et pour explorer les pays d'accueil possibles; et
- n. Faire un rapport à la 10ème conférence des Parties sur les résultats des activités énumérées ci-dessus.

References

- Barbraud, C. & Weimerskirch, H. (2006) Antarctic birds breed later in response to climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106: 6248-6250.
- Both, C., Bouwhuis, S., Lessells, C.M., Visser, M.E. (2006) Climate change and population declines in a long distance migratory bird. *Nature* 441: 81-83.
- Both, C., Van Turnhout, C.A.M., Bijlsma, R.G., Siepel, H., Van Strien, A.J., Foppen, R.P.B. (2010) Avian population consequences of climate change are most severe for long-distance migrants in seasonal habitats. *Proc.R.Soc.B*, 277: 1259-1266.
- Carey, C. (2009) The impacts of climate change on the annual cycles of birds. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 364: 3321-3330.
- Dunn, P. (2004) Breeding dates and reproductive performance. *Adv. Ecol. Res.* 35, 69-87.
- Faaborg, J., Richard, T., Holmes, Anders, A.D., Bildstein, K.L., Dugger, K.M., Gauthreaux, S.A., Heglund, P., Hobson, K.A., Jahn, A.E., Johnson, D.H., Latta, S.C., Levey, D.J., Marra, P.P., Merkord, C.L., Nol, E., Rothstein, S.I., Sherry, T.W., Sillett, T.S., Thompson III, F.R., Warnock, N. (2010). Recent advances in understanding migration systems of New World land birds. *Ecological Monographs*, 80, 1: 3-48.
- Fischlin, A., Midgley, G.F., Price, J.T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M.D.A., Dube, O.P., Tarazona, J., Velichko, A.A. (2007) Ecosystems, their properties, goods, and services. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ed. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E.), Cambridge University Press, 211-272.
- Foden, W., Mace, G., Vié, J.-C., Angulo, A., Butchart, S., De Vantier, L., Dublin, H., Gutsche, A., Stuart, S. and Turak, E. (2008). Species susceptibility to climate change impacts. In: J.-C., Vié, C. Hilton-Taylor and S.N. Stuart (eds.). *The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Gland, Switzerland.
- Gienapp, P., Teplitsky, C., Alho, J.S., Mills, J.A., Merilä, J. (2007) Climate change and evolution: disentangling environmental and genetic responses. *Molecular Ecology* 17, 1: 167-178.
- Gordon, I.J., Hester, A.J., Festa-Bianchet, M. (2004) The management of wild large herbivores to meet economic, conservation and environmental objectives. *J. Appl. Ecol.* 41: 1021-1031.
- Gordo, O. (2007) Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. *Climate Research*, 35: 37-58.
- Huntley, B., Green, R.E., Collingham, Y.C., Willis, S.G. (2008) *A Climatic Atlas of European Breeding Birds*, Lynx Editions, Barcelona.
- Jones, T. & Cresswell, W. (2010) The phenology mismatch hypothesis: are declines of migrant birds linked to uneven global climate change. *J. Anim. Ecol.* 79, 1: 98-108. North-east. *Mit. Adapt. Strat. Glob. Change*, 13: 517-540.
- Mitchell, N.J., Janzen, F.J. (2010) Temperature-Dependent Sex Determination and Contemporary Climate Change. *Sexual Development*, 4, 1-2: 129-140.
- Møller, A.P., Rubolini, D., Lehikoinen, A. (2008) Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105: 16 195-200.
- Newson, S.E., Mendes, S., Crick, H.Q.P., Dulvy, N., Houghton, J.D.R., Hays, G.C., Hutson, A.M., Macleod, C.D., Pierce, G.J., Robinson, R.A. 2008 Indicators of the impact of climate change on migratory species. *Endangered Species Research* 7: 101-113.
- Parmesan, C., Yohe, G. (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, *Nature*, 421(6918): 37-42, 2003.

- Parmesan, C. (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change, *Ann. Rev. Ecol. Evol. & System.*, 37: 637-69.
- Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R., Reynolds, J.D. (2005) Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science* 24, 308: 5730: 1912-1915.
- Price, J.T. & Root, T.L. (2001) Climate change and neotropical migrants. *T.N.Am. Wildl. Nat. Resour.*, 66: 371-379.
- Pulido, F. & Berthold, P. (2004): Micro-evolutionary response to climatic change. In: *Advances in ecological research. Birds and climate change*. Vol. 35. H. Caswell (series ed.), Elsevier, Amsterdam, pp 151-183
- Pulido, F. & Berthold, P. (2010) Current selection for lower migratory activity will drive the evolution of residency in a migratory bird population. *PNAS*, 107, 16: 7341-7346.
- Robinson, R.A., Learmonth, J.A., Hutson, A.M., Macleod, C.D., Sparks, T.H., Leech, D.I., Pierce, G.J., Rehfisch, M.M., Crick, H.Q.P. (2005) *Climate Change and Migratory Species*. BTO Research Report 414, BTO.
- Robinson, R.A., Crick, H.Q.P., Learmonth, J.A., Maclean, I.M.D., Thomas, C.D., Bairlein, F., Forchhammer, M.C., Francis, C.M., Gill, J.A., Godley, B.J., Harwood, J., Hays, G.C., Huntley, B., Hutson, A.M., Pierce, G.J., Rehfisch, M.M., Sims, D.W., Santos, M.B., Sparks, T.H., Stroud, D.A., Visser, M.E. (2008) Travelling through a warming world: climate change and migratory species. *Endangered Species Research* 7: 87-99.
- Rodenhouse, N.L., Matthews, S.N., McFarland, K.P., Lambert, J.D., Iverson, L.R., Prasad, A., Sillett, T.S., Holmes, R.T. (2008) Potential effects of climate change on birds of the Northeast. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13:517-540.
- Visser, M.E., Both, C., Lambrechts, M.M. (2004) Global climate change leads to mistimed avian reproduction. *Adv. Ecol. Res.* 35: 89-110.
- Vegvari, Z., Bokony, V., Barta, Z., Kovacs, G. (2010) Life history predicts advancement of avian spring migration in response to climate change. *Global Change Biology*, 16, 1: 1-11.
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, sJ.M., Hoegh-Guldberg, O. Bairlein, F. (2002) Ecological responses to recent climate change, *Nature*, 416(6879): 389-95.