

GEOC

Saisine « dérangement »

Avis du 31 mai 2013

Modalité de traitement de cette saisine.

Cette saisine est particulière. Sur un phénomène complexe, elle demande au GEOC de construire un ensemble de réponses à des questions précises et non de formuler un avis sur des travaux déjà faits, comme c'est généralement le cas.

Le questionnaire proposé, bien que construit de façon cohérente, ne permet pas de traiter les 11 questions successives qui le compose avec les deux seules références produites dans le dossier (voir ci-dessous). Le GEOC estime qu'il serait scientifiquement risqué de produire une réponse partielle ou trop peu étayée du fait de la complexité de la problématique, comme en ont témoigné les discussions lors de l'étude du dossier. Un examen approfondi de la bibliographie, abondante, serait nécessaire pour sortir d'études de cas contradictoires et pouvoir tenter de dégager des généralisations (revue systématique et méta-analyse).

Le GEOC propose ainsi une réponse relativement courte, argumentée autant que possible dans les délais impartis et montrant les limites de la connaissance sur les questions mais sans recherche « exhaustive » supplémentaire dans la bibliographie actuelle. Cette réponse (présent document) sera fournie avant le CNCFS de juin 2013.

Calendrier de traitement

Janvier 2013. Premières réponses écrites de 5 membres du GEOC sur la base des questions de la saisine (Elisabeth Bro, Mathieu Boos, Alexandre Czajkowski, Olivier Dehorter, Pierrick Bocher).

28 janvier 2013. Premier examen collectif des questions et des pistes de réponses lors de la séance téléphonique du GEOC (Vincent Bretagnolle, Elisabeth Bro, Mathieu Boos, Olivier Dehorter, Jean-Marie Boutin, Michel Gauthier-Clerc, Francis Meunier et Julien Touroult).

février 2013 : Rédaction d'une trame, par compilation des réponses et des échanges du 28/1/2013 (J. Touroult).

Mars-avril 2013 : Circulation de cette trame. Contributions écrites d'Elisabeth Bro, Mathieu Boos, Olivier Dehorter, Michel Gauthier-Clerc, Pierrick Bocher, Francis Meunier, V. Bretagnolle et Alexandre Czajkowski.

26 Avril 2013 : deuxième réunion du GEOC. Examen du projet d'avis et compléments en séance. Présents : Vincent Bretagnolle, Elisabeth Bro, Mathieu Boos, Pierrick Bocher, Alexandre Czajkowski, Olivier Dehorter, Jean-Marie Boutin, Michel Gauthier-Clerc et Julien Touroult.

Mai 2013 : relecture pour l'ensemble des membres et consolidation de cet avis pour remise au MEDDE.

Sommaire

Documents fournis avec la saisine.....	2
Autres doc fournis par les membres du GEOC	2
Réflexions générales.....	4
Q1. Les études scientifiques récentes apportent-elles une meilleure compréhension du phénomène ?	6
Q2. Les animaux possèdent-ils des mécanismes physiologiques et/ou comportementaux leur permettant de compenser ou de s'acclimater au dérangement ?	7
Q3. A partir de quels niveaux de fréquences et de type de dérangement les études scientifiques considèrent-elles que les mécanismes ne sont plus efficaces ?	8
Q4. Y a-t-il des périodes du cycle biologique de plus grande vulnérabilité ?	9
Q5. La perte de poids, la dépense énergétique, l'élévation du taux de corticostérone, les modifications du comportement et des paramètres immunitaires, la distance de fuite, les déplacements vers des sites alternatifs ou l'occupation de ces sites sont-ils des indicateurs fiables et suffisants pour démontrer un effet significatif de la perturbation sur l'état de conservation des espèces ou de leurs paramètres démographiques ?	10
Q6. L'utilisation préférentielle d'espaces protégés (notamment réserves de chasse) traduit-elle nécessairement un comportement lié à des difficultés, ou à d'autres causes ?	11
Q7. Peut-on considérer que le réseau d'espaces protégés en France agit en faveur de la réduction des éventuels effets de la perturbation (qu'ils soient significatifs ou pas) et contribue à éviter une possible diminution de la capacité d'accueil des milieux ?	12
Q7bis. Le développement d'activités récréatives en extérieur (autres que la chasse) a-t-il des répercussions sur ces zones refuges et diminue-t-il leur efficacité ?	13
Q8. Dans le cas de perturbations significatives, quelles recommandations peuvent être faites pour permettre à ce réseau d'espaces protégés de jouer pleinement son rôle notamment en termes de zones tampons et prise en compte d'unités fonctionnelles, pour maintenir ou rétablir dans un état de conservation favorable au sens de la directive « Habitats » ?	14
Q9. Sur la base de la littérature scientifique, certaines espèces chassables ou protégées voient-elles leur état de conservation ou leurs paramètres démographiques affectés par le dérangement induit par la chasse ou par les autres activités récréatives ?	15
Q10. Sur le plan de la recherche appliquée, quelles recommandations peuvent être faites pour améliorer nos connaissances sur ce phénomène et pour réduire les éventuels effets, notamment en termes de zones, d'heures ou de moyens de chasse ?	16
Références citées complémentaires.....	17

Documents fournis avec la saisine

1) Tamisier *et al.* (2003). Synthèse bibliographique avec un focus chasse / oiseaux d'eau migrateurs. Présente des résultats contradictoires. Illustrations à partir d'exemples concrets. Aborde les effets de la chasse sur : 1) la distribution géographique et les effectifs locaux, 2) la taille des populations, 3) les activités (nourrissage, vigilance, horaires des vols), 3) les aspects énergétiques, 4) les adaptations physiologiques et comportementales - compensations énergétiques et 5) la survie et le succès de reproduction. La conclusion propose des mesures de gestion concrètes en termes de temps et d'espace. Nombreuses références (1960-2003) mais de très nombreuses études ont été publiées sur le sujet depuis la parution de cet article.

2) Synthèse FNC du 30 12 2011. Synthèse récente, soignée et documentée. Analyse du contexte juridique (notions) ; dérangement humain remis dans un contexte écologique plus large à partir d'exemples ; détaille différentes notions en sus du dérangement : stress, habituation/allostase/compensation ; focus sur les mécanismes physiologiques / le bilan énergétique et les adaptations comportementales des individus. Développe l'idée d'un effet positif à l'échelle populationnelle ou écosystémique. Manque de références contradictoires, parfois manque de références (p. 12, fin p. 15).

Autres doc fournis par les membres du GEOC

3) Steven *et al.* (2011). Méta-analyse récente du dérangement de certaines activités non motorisées sur les oiseaux et n'incluant pas la chasse, en climat plutôt tempéré, concernant des milieux liés à l'eau. Analyse de 69 articles

originaux publiés entre 1978 et 2010. Les références prises en compte dans cette analyse portent principalement sur la phase de reproduction. L'article souligne le manque d'étude concernant certaines activités. Globalement, 88% des études montrant un effet négatif du dérangement (la chasse n'est pas concernée) et 10% ne mettent pas en évidence d'effet, 1.5% montrent un effet positif.

- Tableau 1 permet des analyses par rapport aux activités et aux paramètres analysés (physiologie : 16% des études analysées -100% d'effets négatifs, comportement immédiat : 59% - 90%, abondance et succès reproducteur : 48% - 85%). Ce point tend plutôt à orienter vers le systématiquement négatif, ce qui est logique d'une part parce qu'il y a un biais dans les études publiées (voir l'article de Nisbet 2000) d'autre part parce qu'il concerne principalement la période de reproduction. Il faut également souligner que la relation cause à effet sur la *fitness* n'est pas toujours montrée dans ces études.

- Fig. 1 : schéma conceptuel d'une relation de type « dose-réponse » (c'est-à-dire que les événements dérangeants et leurs effets doivent atteindre un niveau seuil pour qu'il y ait un impact).

- Méta-analyse sur les activités motorisées : Buckley *et al.* (2004)

4) Barussaud, E., Yésou, P., Boutin, J.M. & Travichon, S., 2010a. Le réseau de sites de quiétude pour les oiseaux d'eau hivernant en France métropolitaine. *Ornithos* 17 : 340-347.

Barussaud, E., Travichon, S., Boutin, J.M. & Yésou, P., 2010b. Le réseau français de sites protégés assure-t-il bien la quiétude des oiseaux hivernants ? *Faune Sauvage* 289 : 33-38.

http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/oiseaux/oiseaux-eau/FS289_barussaud.pdf

Deceuninck, B. & Fouque, C., 2010. Canards dénombrés en France : importance des zones humides et tendances. *Ornithos* 17 : 266-283.

Une liste de références utilisées pour cet avis, complémentaires à celles mobilisées dans les deux synthèses (Tamisier *et al.* 2003 et FNC, 2011), est fournie à la fin de cet avis.

Réflexions générales introductives

Définition des termes

Certaines notions et concepts sous-jacents à la problématique du dérangement ne sont pas définissables de manière objective et/ou univoque. Il est cependant impératif de les définir afin de lever toute ambiguïté, car de ces définitions résulte le sens de la réponse apportée par le GEOC. Dans le présent avis, le GEOC utilise les termes dans le sens défini ci-dessous :

Perturbation

Perturbation est un terme général faisant référence à des événements temporaires qui affectent les populations, les écosystèmes ou les paysages en modifiant leur structure et fonctionnement. Ainsi, les effets des perturbations sur les organismes vivants ou les populations sont généralement forts, opèrent sur le long-terme et perdurent dans le temps sans forcément un retour à l'état initial. Ils peuvent constituer une pression sélective suffisante pour induire un processus d'adaptation via la sélection naturelle et il est d'ailleurs admis que les perturbations de l'environnement sont un des moteurs de l'Evolution (Lytle 2001). Les cas de litige portent sur des petites perturbations (d'où le terme de significatif qui lui est associé dans les textes ; voir ci dessous). Il existe ainsi une gradation entre un dérangement, une perturbation, et une perturbation « significative ».

Dérangement

Le dérangement peut être défini (à l'échelle biologique individuelle) comme toute action ou activité d'origine anthropique constituant un stimulus suffisant (c'est-à-dire perçu comme équivalent à l'attaque d'un prédateur) pour interrompre momentanément une activité habituelle ou pour induire une réponse d'ordre comportementale/physiologique en référence à une situation sans dérangement (Fox & Madsen 1997, Frid & Dill 2002, Romero 2004, Cockrem 2007, Breuner *et al.* 2008). Le dérangement est un cas ponctuel et de faible ampleur de perturbation.

Significatif

Au moins deux visions peuvent être ici prises en compte :

-Au sens de la Directive Habitats. « Les États membres prennent les mesures appropriées pour éviter, dans les zones spéciales de conservation, la détérioration des habitats naturels et des habitats d'espèces ainsi que les perturbations touchant les espèces pour lesquelles les zones ont été désignées, pour autant que ces perturbations soient susceptibles d'avoir un effet significatif eu égard aux objectifs de la présente directive. »

Commission européenne. 2000. Guide d'interprétation de l'article 6.

Au sens statistique, le terme significatif implique l'utilisation de test d'hypothèses.

Dans le cas d'une perturbation, le terme de « significatif » ferait référence au fait que les modifications ou ajustements comportementaux et physiologiques résultant des événements dérangeants affectent significativement (selon les tests statistiques) le succès reproducteur ou la survie individuelle (dérangement significatif) ou réduit significativement (selon les tests statistiques) l'état de conservation d'une espèce (perturbation significative au sens de la directive "habitats", voir Blanc *et al.* 2006).

Remarque : la faisabilité de mesurer ce caractère significatif au sens statistique semble difficilement réalisable à certaines échelles, à moins de disposer de situations "contrôles".

Échelles biologiques

Un dérangement affecte un **individu** (par l'effet de stress), auquel il va répondre par le comportement ou la physiologie. Ce dérangement peut avoir, ou non, des conséquences sur sa « fitness » (en termes de reproduction ou de survie). Si plusieurs individus d'une **population** subissent un dérangement, il est possible que ce dernier ait des répercussions à cette échelle (soit en termes de dynamique de population, soit en termes de profils démographiques ou comportementaux de cette population). Autant il est techniquement possible de mesurer les effets individuels (car des outils ou des paramètres existent), autant il est très difficile de détecter un effet et de mesurer son impact au niveau populationnel, particulièrement en termes démographiques (diminution de population notamment).

Le dérangement implique une réponse de type stress physiologique par la sécrétion de glucocorticoïdes (Cockrem 2007, Bush & Hayward 2009). Or les animaux possèdent des capacités de réponse aux stress environnementaux, en termes de capacités physiologiques ou comportementales, au moins jusqu'à un certain seuil. Ces réponses prennent en général la forme de compromis (adaptatifs), privilégiant la survie immédiate au détriment d'autres fonctions. Mais ces compromis peuvent être arbitrés de façon différente selon la « qualité » des individus (Cockrem 2007, voir aussi Angelier *et al.* 2011) au sein d'une espèce et des habitats occupés, ainsi que entre espèces, celles-ci étant plus ou moins aptes à répondre au stress (apte étant pris au sens évolutif). En fait, le challenge actuel consiste à passer de résultats mesurés au niveau des individus (comportement, physiologie), qui sont relativement faciles à mesurer et quantifier (marqueurs/indicateurs connus), à la reproduction/survie (allocation de ressource et compromis chez les individus, qui peuvent être complexes) puis finalement à la dynamique des populations (interactions d'une multitude d'individus entre eux et avec l'environnement). Dans ce schéma, plus on augmente l'échelle biologique, plus les hypothèses s'avèrent difficiles à tester et les effets à mesurer.

Conformément à la saisine, l'avis du GEOC porte sur les oiseaux de manière générale, avec une attention particulière aux oiseaux chassés.

Q1. Les études scientifiques récentes apportent-elles une meilleure compréhension du phénomène ?

Le GEOC répond par rapport à l'état des connaissances lors de l'arrêt CJCE de janvier 1994, en abordant rapidement l'état de l'art, les lacunes et les verrous actuels selon les 3 axes suivants :

- allocation du temps (individu)
- bilans énergétiques (individus)
- taux mortalité (populations).

Les études récentes apportent de nouveaux éléments. Les effets, adaptations, impacts du dérangement sont devenus un sujet de recherche en soi. La littérature est croissante depuis les années 1970 (*cf.* par ex. synthèses Hockin *et al.* 1992, Tamisier *et al.* 2003, FNC 2011, Steven *et al.* 2011).

Jusqu'au début des années 2000, les études et publications ayant traité du dérangement étaient principalement focalisées sur des modifications du comportement (distance de fuite des oiseaux, comportement d'alerte ou de vigilance, modification temporaire du comportement de recherche et de consommation alimentaires). Le constat de ces modifications sur le très court terme a ouvert le champ à des interprétations intuitives (voire spéculatives) sur une possible diminution des réserves énergétiques selon un scénario très simpliste et hypothétique : dérangement → modification comportementale immédiate (fuite, baisse de la prise alimentaire, utilisation de territoires potentiellement moins favorables) → déséquilibre énergétique → affaiblissement physiologique → réduction de la fitness individuelle (moins reproduction, moins survie) → diminution / déclin des populations.

Cependant, ce scénario n'a été démontré que pour les dérangements au printemps ayant porté sur les oies dont la stratégie très particulière de reproduction (reproducteurs dit "sur capital" à l'inverse d'autres oiseaux) est fondée sur une accumulation importante de réserves de graisses au printemps tout juste avant l'initiation de la ponte. Toutefois, à notre connaissance, en dehors de cette exception et éventuellement de quelques autres (Kerbiriou *et al.* 2009), de telles relations de cause à effet n'ont jamais été validées. La synthèse de Boos *et al.* (2002) et celle de Tamisier *et al.* (2003) soulignent d'ailleurs ces points. Ces synthèses de la littérature scientifique basées sur des études anciennes relèvent implicitement aussi le besoin d'étudier davantage les mécanismes adaptatifs comportementaux et physiologiques permettant de mieux comprendre comment les animaux et les oiseaux en particulier peuvent répondre au dérangement. Depuis 2002 plusieurs découvertes marquantes permettent aujourd'hui d'avoir une nouvelle approche de la notion de dérangement/perturbation. Ces points (repris dans la note de synthèse de la FNC (2011)) sont :

1. Le dérangement et ses effets possibles sont très étroitement associés à la notion de la perception du risque de prédation (élément non repris ni abordé dans la synthèse de Tamisier *et al.* 2003). De ce fait, les animaux ne sont pas passifs ou inertes voire démunis face à un événement dérangeant mais ils y répondent de manière active pour contrebalancer les effets d'un dérangement dans la limite de seuils admissibles (voir Bush & Hayward 2009, Steven *et al.* 2011 sur la gradation des effets en fonction de l'intensité des dérangements).
2. L'analyse des effets du dérangement doit prendre en compte les mécanismes et l'adaptation de la réponse au stress physiologique (par exemple sécrétion et rétrocontrôle du niveau des glucocorticoïdes circulants, Romero 2004).
3. Le dérangement peut avoir des effets neutres, négatifs ou positifs d'où la notion de seuil (voir Mallord *et al.* 2007, Bush & Hayward 2009, Leighton *et al.* 2010, synthèse FNC 2011).
4. Le dérangement n'implique pas nécessairement un affaiblissement physiologique car les animaux ont développé des mécanismes de compensation et d'ajustement complexes.
5. Les nouvelles études montrent aussi que les principes d'homéostasie et d'allostasie ainsi que ceux de l'habituation ou de l'acclimatation sont à prendre en compte dans l'analyse de la réponse des animaux aux événements dérangeants.
6. Les effets du dérangement à court ou moyen termes, à l'échelle individuelle, n'impliquent pas nécessairement un impact à l'échelle de la population. Dans ce sens, il est nécessaire de faire la distinction entre "dérangement" et "perturbation" entre effet et impact significatif tels que définis par le guide sur l'article 6 de la directive "habitats". Ce point est bien traité dans la note de la FNC (2011 et la synthèse de Beale, 2007).

SUR LE PLAN COMPORTEMENTAL ET PHYSIOLOGIQUE [INDIVIDU]

Q2. Les animaux possèdent-ils des mécanismes physiologiques et/ou comportementaux leur permettant de compenser ou de s'acclimater au dérangement ?

Plusieurs études montrent que les animaux répondent à des évènements dérangeants impliquant une modification immédiate du comportement ou de leur physiologie.

Pour l'illustrer, les études expérimentales menées par le CNRS de Strasbourg sur 3 espèces de canards en conditions contrôlées (thèse Zimmer 2010) mais également celle de Bisson *et al.* (2010), reprises dans la synthèse FNC (2011), soulignent que des réactions répétées de fuite n'impliquent pas nécessairement une plus forte dépense énergétique et que des ajustements comportementaux, notamment s'agissant de l'alimentation permettent aux animaux de répondre selon le principe d'un compromis entre le risque de jeûne et de prédation (starvation-predation risk trade-off). Ce principe, qui repose sur une maximisation de la fitness, sous-tend de nombreux ajustements physiologiques et comportementaux des animaux (oiseaux et mammifères) dans leurs milieux naturels (voir la revue de littérature dans la thèse de C. Zimmer 2010). Dans le cas des effets du dérangement les principes d'homéostasie ou d'allostasie sont à prendre en compte.

Il y a également les mécanismes de compensations nutritionnelles (balance du rythme nyctéméral dans la recherche alimentaire entre le jour et la nuit, augmentation de la vitesse d'ingestion (voir synthèse Boos *et al.* 2002).

Les mécanismes comportementaux permettant de pallier potentiellement les perturbations liées à des dérangements sont les suivants :

- A l'échelle des populations, changements de site d'hivernage (quelle que soit l'échelle spatiale à laquelle le phénomène se produit)
- A l'échelle des individus :
 - Changements de sites d'alimentation et ou de remise
 - Changement du rythme d'activité alimentaire
 - Changement de période d'alimentation (rythme jour/ nuit)

Q3. A partir de quels niveaux de fréquences et de type de dérangement les études scientifiques considèrent-elles que les mécanismes ne sont plus efficaces ?

Une réponse plus approfondie à cette question nécessiterait une méta-analyse.

La réponse à la question des seuils de dérangement à partir desquels les oiseaux ne peuvent plus compenser au point que cela risque d'entamer 1) leur survie et/ou 2) leur future reproduction et de là 3) d'infléchir la dynamique des populations des espèces considérées et de compromettre leur statut de conservation ne se trouve pas dans la littérature fournie ni dans les éléments documentaires apportés par les membres du GEOC.

Le GEOC estime que la question doit se poser à deux niveaux : les seuils à l'échelle des individus puis les seuils à l'échelle des populations. Ces derniers sont encore moins démontrés dans la littérature, mais s'il existe des seuils à l'échelle des individus, il serait également pertinent de les connaître à l'échelle des populations, la dynamique populationnelle résultant de réactions individuelles pouvant ou non être influencées par des relations de densité-dépendance ou par des mécanismes physiologiques pouvant faire varier le sexe-ratio de la descendance (voir Pike & Petrie 2006, Love & Williams 2008). Ces effets mécaniques à l'échelle des populations peuvent être très difficiles à démontrer pour des espèces migratrices.

En outre, la possibilité de s'adapter pour les individus et les populations (groupes) est susceptible de dépendre de plusieurs dimensions :

- la 1^{ère} intrinsèque aux animaux (plasticité comportementale, intégration du dérangement, mécanismes physiologiques, historique individuel de dérangement, mémoire/trauma/expérience etc.),
- une 2^{ème} d'ordre biologique (ajustements physiologiques liés à la migration, la reproduction), et
- la 3^{ème} d'ordre environnemental – donc extrinsèque aux animaux (habitat disponible, accessibilité, qualité, quantité de nourriture, conditions météorologiques le cas échéant, etc. – cf. Hill *et al.* 1997, Goss-Custard *et al.* 2006 par ex.).

La réponse à cette question nécessite d'étudier l'interaction de ces trois dimensions, et de chercher des patrons récurrents susceptibles de généralisation.

Hormis dans les études ayant porté sur les oies (Mainguy *et al.* 2002, Béchet *et al.* 2002) et chez lesquelles un lien a pu être démontré entre la fréquence des dérangements (chasse au printemps) et leur succès de reproduction à l'échelle des individus, de manière générale, aucune réponse chiffrée en terme de fréquence ou de durée seuil ne peut être donnée. En effet, selon la personnalité de chaque individu ("active" versus "pro-active" voir Cockrem 2007, son patrimoine génétique, son expérience), la phase de son cycle biologique annuel, l'espèce à laquelle il appartient, les dispositions en ressources du milieu, le niveau de dérangement auquel sa réponse ne sera plus optimale devra être mesuré de manière spécifique en fonction de paramètres extrinsèques et intrinsèques (variation endogène des réserves corporelles et de la réponse au stress par exemple). Les investigations réalisées en laboratoire sur les anatidés par Zimmer (2010), avec pourtant des fréquences de dérangement variables et élevées ne révèlent dans ce cas pas d'effet significatif du dérangement sur l'aptitude des oiseaux à se reproduire et leurs capacités de survie. D'autres études montrent, chez les limicoles en fin d'hivernage, que le dérangement, au-delà d'un certain seuil, pourrait avoir un effet significatif s'il s'ajoute à une réduction marquée de la disponibilité alimentaire lors d'une période de gel prolongé de plusieurs jours par exemple (disette, voir les travaux de Goss-Custard *et al.* 2006). A l'instar de Busch & Hayward (2009 cité dans la synthèse FNC 2011), Steven *et al.* (2011) qui ont rassemblé une littérature traitant des dérangements en période de reproduction soulignent également que la significativité de l'impact des dérangements sur la faune sauvage varie en fonction de la durée, de l'intensité et de la périodicité des régimes des événements dérangeants "*Human disturbances regimes vary in duration, intensity and periodicity which will alter the significance of their impacts on wildlife (Steidl and Powell, 2006 cités dans Steven et al. 2011 p. 2290)*".

Il est assez difficile d'étudier l'efficacité de ces mécanismes dans la nature en isolant l'impact du dérangement de celui des autres causes de stress telles que la variabilité et l'agression de conditions climatiques exceptionnelles, l'accessibilité d'un territoire, l'imprévisibilité des ressources alimentaires...

Des modélisations individus-centrés pourraient en partie apporter des éléments. Toutefois, la modélisation a ses limites et ne peut être précise que si des expérimentations en conditions contrôlées permettent de définir un socle solide pour établir des modèles mathématiques. Par exemple, les modèles individus-centrés (*cf.* publications de Goss Custard et de Stillmann) sont fondés sur des hypothèses de masse corporelle cible et d'estimation de la dépense énergétique, or des données nouvelles montrent que l'optimisation de la survie n'est pas seulement dépendante de ces deux estimations.

Q4. Y a-t-il des périodes du cycle biologique de plus grande vulnérabilité ?

Sur la base d'études publiées, il existe effectivement des périodes de plus grande vulnérabilité dans le cycle biologique des oiseaux. Ce sont des périodes où les oiseaux sont connus pour avoir un niveau basal d'hormones du stress élevé **et** où le dérangement ajoute un stress supplémentaire au point d'atteindre un stade de surcharge allostatique ("allostatic overload " ou réponse de type stress chronique, Landys *et al.* 2006, Cyr & Romero 2007, Romero *et al.* 2009).

- D'une façon générale et comme le souligne la synthèse de Steven *et al.* (2011), la vulnérabilité des oiseaux face au dérangement est maximale sur le site de reproduction, lors de la période d'incubation. L'impact peut se matérialiser concrètement par l'abandon du nid et de la ponte, plus rarement de la nichée, la désertion du site de reproduction.
- Chez certaines espèces ou groupes d'individus, lorsque la migration pré-nuptiale et la reproduction nécessitent des phases de constitution importante de réserves énergétiques comme, par exemple, chez les reproducteurs sur capital (Tamisier *et al.* 2003). Attention cependant à ne pas faire une généralisation spéculative à partir des études sur les passereaux ou certains limicoles devant traverser des barrières écologiques. En effet, chez la plupart des espèces ou individus qui ne traversent pas de barrières écologiques il n'y a pas d'engraissement pré-migratoire mais plutôt un amaigrissement spontané avant la migration (Boos *et al.* 2002).
- L'hivernage lorsque une période de faible disponibilité alimentaire est également couplée à un déficit énergétique élevé. Par exemple, le gel prolongé peut induire une faible disponibilité alimentaire et un besoin énergétique accru. Cet aspect est valable pour certaines espèces et durant certaines époques (*cf.* réponse à la question 2, Goss-Custard *et al.* 2006).
- Potentiellement durant la période de la mue si le dérangement induit une réponse physiologique du type stress chronique (Strochlic & Romero 2008).

Il n'est pas évident de hiérarchiser ces différentes périodes de vulnérabilité, qui sont probablement dépendantes des espèces, des conditions environnementales et de l'exposition au risque de prédation.

Cependant la reproduction est la période la plus citée dans la littérature, c'est aussi la plus étudiée par sa facilité évidente en raison de la disponibilité de données objectives accessibles aisément et celle où la vulnérabilité peut être le mieux mesuré (succès des nichés etc.) ; ceci pouvant entraîner un biais de surévaluation de cette période par rapport à d'autres. Par ailleurs le GEOC attire encore l'attention sur la difficulté de passer de la vulnérabilité à l'échelle des individus à une vulnérabilité à l'échelle de la population voire de l'espèce.

Q5. La perte de poids, la dépense énergétique, l'élévation du taux de corticostérone, les modifications du comportement et des paramètres immunitaires, la distance de fuite, les déplacements vers des sites alternatifs ou l'occupation de ces sites sont-ils des indicateurs fiables et suffisants pour démontrer un effet significatif de la perturbation sur l'état de conservation des espèces ou de leurs paramètres démographiques ?

Dans la liste indiquée dans la question, on peut distinguer deux catégories d'indicateurs :

Paramètres à l'échelle individuelle : « la perte de poids, la dépense énergétique, l'élévation du taux de corticostérone, les modifications du comportement et des paramètres immunitaires, la distance de fuite ». Ce sont des indicateurs fiables de l'existence d'une réponse au dérangement. Ils sont mesurables à l'échelle des individus mais pas transposables directement quant aux impacts à l'échelle populationnelle.

Réponse populationnelle : « les déplacements vers des sites alternatifs ». La difficulté consiste à démontrer qu'elle découle, en tout ou partie, d'un dérangement particulier. D'autres changements d'aires géographiques pourraient être considérés comme une réponse populationnelle mais peuvent avoir plusieurs causes.

Ces indicateurs ne permettent pas de prédire la réponse en termes de dynamique de population et donc d'état de conservation des espèces.

Tout ou partie de ces éléments peuvent indiquer un effet (négatif ou positif) du dérangement mais ne présagent pas implicitement d'un impact sur les potentiels de survie ou de reproduction ou plus largement encore sur la conservation ou la démographie, et cela n'est pas aisément prouvable (dans un sens ou dans l'autre) sans une approche pluridisciplinaire mettant en relief une relation de cause à effet, et ce pour plusieurs raisons. En premier lieu les effets d'échelle : un dérangement touchant même une grande **partie des effectifs (et ayant un impact fort)**, a peu de chances d'être détectable à l'échelle de la population européenne ce qui ne veut pas implicitement dire qu'il existe ou qu'il n'existe pas ou qu'il se traduit ou non par une perturbation significative. Cependant la combinaison de divers paramètres permettrait au moins de savoir si un impact significatif est vraisemblable ou non.

Pris seuls, ces paramètres ne sont pas suffisants pour analyser et démontrer un effet significatif d'évènements dérangement sur les capacités de survie et de reproduction ou sur l'état de conservation des espèces. Les nombreux et récents travaux menés sur la question (voir synthèse FNC 2011, Zimmer *et al.* 2010, 2011, Beale 2007, Steven *et al.* 2011 et Breuner *et al.* 2013) montrent bien que pour établir une relation de cause à effet entre des évènements dérangement, leurs effets immédiats ou à long-terme sur la fitness des individus et enfin leur impact sur l'état de conservation des populations d'espèces animales, il est impératif et nécessaire de combiner plusieurs approches et paramètres. Une baisse transitoire de la masse corporelle ou une limitation de la prise alimentaire peut tout simplement signifier un ajustement de la charge alaire pour améliorer les performances de vol et d'évitement sans que cela n'affecte les capacités de survie ou de reproduction conformément au compromis entre le risque de jeûne et de prédation (thèse Zimmer 2010). De même, à elle seule, une élévation de la concentration des hormones du stress au niveau plasmatique ou fécal ne permet pas de conclure en termes d'impacts sur la fitness. Enfin, les changements comportementaux ou les déplacements vers d'autres sites ne signifient pas nécessairement un affaiblissement ou une plus grande vulnérabilité des populations (voir Monaghan & Beale 2004, Beale 2007 mentionnés dans la synthèse FNC 2011 et Steven *et al.* 2011). Par ailleurs, des effets significatifs constatés sur le succès reproducteur des oies lors de dérangements au printemps n'impliquent pas mécaniquement une réduction des effectifs à l'échelle de la population, un effet contraire (stabilisation ou augmentation des effectifs) à même été constaté sur les oies des neiges en Amérique du Nord (<http://www.dec.ny.gov/outdoor/50514.html>, Alisauskas *et al.* 2011).

Le GEOC estime, d'après les synthèses disponibles, qu'il n'existe peu ou pas d'études sur les relations entre les effets physiologiques/comportementaux et l'impact démographique (lacune de connaissance en ce qui concerne le changement d'échelle) - voir Saino *et al.* 2005.

SUR LE PLAN DES ESPACES [SITES]

Q6. L'utilisation préférentielle d'espaces protégés (notamment réserves de chasse) traduit-elle nécessairement un comportement lié à des difficultés, ou à d'autres causes ?

Les espaces protégés n'ont pas été déterminés ou délimités au hasard, et pour cette raison il n'est pas facile de quantifier précisément leur effet sur les populations. Par ailleurs, plusieurs facteurs (habitat, ressources alimentaires, quiétude) sont susceptibles d'influencer l'utilisation préférentielle d'espaces protégés, l'effet réserve pouvant venir d'un effet désignation (site intrinsèquement attractif : nourriture, habitat optimal) ou d'un effet lié à la mise en place d'une gestion adéquate. On peut parler d'utilisation préférentielle si on retrouve les habitats similaires en zones protégées et en zones non protégées et qu'effectivement une large majorité des oiseaux va être cantonnée en zone protégée durant la période de dérangement. Le GEOC indique que la littérature scientifique, y compris à l'aide d'expériences manipulatoires, est relativement sans ambiguïté sur l'existence d'un effet réserve sur les oiseaux chassés. Les aires soustraites à la chasse voient leurs populations de « gibier » augmenter par rapport à des aires témoins.

Q7. Peut-on considérer que le réseau d'espaces protégés en France agit en faveur de la réduction des éventuels effets de la perturbation (qu'ils soient significatifs ou pas) et contribue à éviter une possible diminution de la capacité d'accueil des milieux ?

Cette question se décompose en deux parties :

Le réseau des réserves est-il utile pour réduire les éventuels effets des perturbations ?

Le réseau des réserves est-il suffisant ?

Il semble admis que le réseau est globalement utile (Barussaud *et al.*, 2010a). Toutefois, le réseau protège les différentes espèces de façon inégale selon leurs exigences écologiques et leur répartition géographique (Barussaud *et al.* 2010a,b). Pour les espèces migratrices de milieux humides, il présente une cohérence géographique avec l'hivernage et les voies de migrations. Certaines questions se posent sur la fragmentation de la plupart des sites, en particulier sur les secteurs continentaux (Barussaud *et al.* 2010a,b). A partir des documents fournis, le GEOC estime notamment que les espaces protégés protègent effectivement la remise mais pas les sites de gagnage (en tous cas pour les espèces utilisant ce système, comme par exemple les canards), et de fait la cohérence n'est que partielle. En fait, des sites moins exploités par les oiseaux durant un temps n'en demeurent pas moins fonctionnels pour la biodiversité en général (puisqu'ils permettent le développement de ressources alimentaires et donc d'espèces proies à condition que ces ressources ne soient pas surexploitées par l'homme) s'ils offrent une capacité d'accueil supplémentaire ultérieurement. Par ailleurs, il existe des sources diverses de dérangements dans la majorité des sites soustraits à la chasse, avec une augmentation de la densité humaine sur les secteurs côtiers et continentaux d'importance pour l'hivernage (Barussaud *et al.* 2010a,b).

La question de la suffisance est difficile à aborder. Le démontrer reviendrait à vérifier que le fait d'augmenter (par exemple doubler) les surfaces protégées n'a pas d'impact sur les effectifs globaux transitant et séjournant en France. Une telle étude n'a jamais été menée ! Il n'est donc pas possible de répondre de façon objective à la deuxième partie de la question.

Q7bis. Le développement d'activités récréatives en extérieur (autres que la chasse) a-t-il des répercussions sur ces zones refuges et diminue-t-il leur efficacité ?

Il s'agit d'une question importante pour les gestionnaires (nécessité d'une vision intégrée). Des impacts négatifs sont démontrés sur la reproduction des individus et/ou l'abondance locale d'espèces en lien avec des activités récréatives non motorisées (Steven *et al.* 2011) et motorisées (*cf.* Buckley 2004 – cité par Steven *et al.* 2011). D'autres exemples sont cités par Tamiser *et al.* 2003 p. 3 (dérangement causé par le passage de planches à voile, d'avions ou de promeneurs).

Selon la synthèse de Barussaud *et al.* (2010) et celle de Steven *et al.* (2011) on peut avancer que les activités récréatives non cynégétiques ont des répercussions importantes en particulier pendant la période de reproduction. Toutefois, l'interprétation du choix de sites alternatifs par les animaux en termes d'effets à l'échelle individuelle et d'impact à l'échelle de la population demeure complexe (Steven *et al.* 2011).

Une utilisation fréquente des sites n'engendre pas forcément de dérangement (Gill *et al.* 2001). Si les oiseaux n'associent pas de danger à des stimulations répétées alors il n'y a plus de comportements de fuite. Il peut y avoir des effets « transparents » (*cf.* questions 1 et 2).

Pour étudier cet effet, il conviendrait de comparer des réserves de chasses (où seule la chasse est interdite) avec des réserves où d'autres activités sont aussi réglementées.

Q8. Dans le cas de perturbations significatives, quelles recommandations peuvent être faites pour permettre à ce réseau d'espaces protégés de jouer pleinement son rôle notamment en termes de zones tampons et prise en compte d'unités fonctionnelles, pour maintenir ou rétablir dans un état de conservation favorable au sens de la directive « Habitats » ?

Cette question est difficilement traitable par le GEOC sur la base de la littérature scientifique actuelle.

Bien que toute activité humaine soit potentiellement susceptible de déranger, sauf cas particulier, toute activité n'est pas implicitement susceptible de perturber « significativement » les espèces. Dans ce sens, des études pertinentes sont nécessaires pour différencier ce qui relève d'une part des simples effets du dérangement, des impacts constituant des perturbations significatives d'autre part. Comme l'indique Beale (2007) dans sa revue, s'intéresser au dérangement à des fins de conservation ne peut pas uniquement se limiter à étudier de simples effets, mais clairement et bien davantage à déterminer ses impacts. *"Cette différence cruciale est souvent ignorée quand les chercheurs confondent effet et impact: certainement le dérangement humain affecte le comportement animal, mais ceci ne signifie pas nécessairement que le dérangement humain a un impact (négatif) sur la conservation ou le bien-être animal."* (traduction littérale de la version anglaise).

Plusieurs articles présentent des préconisations concrètes (eg. Hockin *et al.* 1992, Carney & Sideman 1999 – table 3, travaux de Rodgers sur les buffer zones). Il conviendrait toutefois de distinguer les propositions faites sur la base du bon sens biologique/écologique de celles établies sur les résultats des études.

Le GEOC avance les pistes suivantes :

Le réseau d'espaces protégés ne peut jouer pleinement son rôle qu'avec une gestion évolutive, dynamique, et spécifique des sites et des habitats, en intégrant les paramètres du changement climatique et l'impact de l'ensemble des sources de dérangement anthropique.

Dans le cadre d'une prise en compte des unités fonctionnelles, il est impératif de protéger à la fois des zones d'alimentation (gagnages) et des zones de quiétude (reposoirs, remises) avec si nécessaire l'intégration de corridors écologiques pour permettre des déplacements entre les différentes zones si celles-ci ne sont pas contiguës.

Comme ce réseau d'espaces protégés, constitué notamment de réserves de chasse, exclut les sources de dérangement cynégétique, le rôle de ces espaces protégés peut être amplifié en contrôlant davantage les autres activités récréatives et/ou le dérangement induit par des espèces prédatrices ou invasives en particulier aussi pendant la période de reproduction des espèces (voir Leighton *et al.* 2010).

SUR LE PLAN DES ESPECES [POPULATIONS]

Q9. Sur la base de la littérature scientifique, certaines espèces chassables ou protégées voient-elles leur état de conservation ou leurs paramètres démographiques affectés par le dérangement induit par la chasse ou par les autres activités récréatives ?

Le GEOC estime qu'il y a peu d'études documentant l'impact du dérangement sur les populations et encore moins sur les espèces. Une analyse systématique des publications serait nécessaire pour pouvoir se prononcer un tant soit peu à cette échelle.

En l'état actuel des connaissances scientifiques, l'impact du dérangement par la chasse au sens large (toutes sources comprises et évidemment hors prélèvement) sauf dans des cas exceptionnels ne semble pas être un facteur de premier plan déterminant l'état de conservation d'une espèce. Ceci ne signifie néanmoins pas qu'il n'a pas une influence ou une interaction avec les variables démographiques pouvant l'influencer ou la déterminer.

Une analyse systématique des publications serait nécessaire et notamment de rechercher des articles démontrant que l'arrêt de la chasse d'une espèce a eu une conséquence favorable sur une espèce non chassée (et proche). Les membres du GEOC n'ont pas connaissance de publications de ce type.

Q10. Sur le plan de la recherche appliquée, quelles recommandations peuvent être faites pour améliorer nos connaissances sur ce phénomène et pour réduire les éventuels effets, notamment en termes de zones, d'heures ou de moyens de chasse ?

Le GEOC recommande en tout premier lieu de réaliser un travail systématique d'analyse des travaux publiés sur ces sujets, avec des méta-analyses afin de chercher des résultats robustes. La synthèse souhaitée dans le cadre des résolutions de l'AEWA en 2012 devrait aider à y répondre. En tout état de cause, des travaux de recherche pluridisciplinaires, en situations naturelles associés à des manipulations expérimentales doivent être encouragés (voir Gill 2007 ; Sutherland 2007).

Quelques pistes de réflexions :

- **In situ.** Acquérir (ou compiler si elles existent déjà ?) des références *in situ* dans des situations variées. Ce catalogue d'exemples documentés permettant de caractériser qualitativement et quantitativement les dérangements/perturbations et de mesurer leurs effets (échelle individu) / impacts (échelle population). En outre, cela constituerait une base concrète de réflexion pour faire des propositions nuancées et pragmatiques.
- **Expérimentations.** Comme plusieurs facteurs autres que le dérangement anthropique (tels que les dérangements induits par les prédateurs, variabilité prévisible ou imprévisible de la disponibilité alimentaire ou des contraintes météorologiques, pathologies, compétition intra et interspécifique) peuvent interagir, il est indispensable de disposer de résultats d'études menées également en conditions contrôlées pour comprendre et interpréter les effets et les impacts de telle ou telle source de dérangement anthropique constatée en condition naturelle. Il s'agit ainsi de sortir d'une interprétation spéculative.
- **Analyse de scénarios par modélisation** s'il existe suffisamment de données pour l'implémenter. L'utilisation de modèles tels que ceux mis en œuvre par Stillman *et al.* (2007), Romero *et al.* (2009) et d'autres *in FNC* (2011) devrait permettre d'intégrer l'ensemble des facteurs susceptibles d'impacter les oiseaux (individu, population, espèce) et d'évaluer la palette complète de leurs effets qu'ils soient négatifs ou positifs.
- **Gestion adaptative (« adaptive management ») du réseau d'espaces protégés à large échelle (échelle de l'aire de distribution ou des voies de migration).** Cette dernière piste serait à même d'apporter des réponses sur l'effet du dérangement à l'échelle des populations et sur la suffisance du réseau d'espaces soustraits au dérangement. L'idée consisterait à faire varier la pression de chasse dans l'espace et dans le temps, en dissociant l'effet direct de l'effet indirect, le tout couplé avec des suivis précis des individus (suivis de populations par GPS). Il s'agit d'une approche complexe car elle suppose également de prendre en compte l'ensemble des conditions environnementales dans lesquelles évoluent les individus ou les populations testés au cours de leurs trajets migratoires ou à l'arrivée sur les sites de reproduction.

Références citées complémentaires, pour certaines non indiquées dans les documents de synthèses produits

- Alisauskas, R.T., *et al.* 2011. Harvest, Survival, and Abundance of Midcontinent Lesser Snow Geese Relative to Population Reduction Efforts. *Wildlife Monographs* 179: 1–42.
- Anderson, D.W., 1988. Dose–response relationships between human disturbance and brown pelican breeding success. *Wildlife Society Bulletin* 16: 339–345.
- Angelier, F., Ballentine, B., Holberton, R.L., Marra, P.P. & Greenberg, R., 2011. What drives variation in the corticosterone stress response between subspecies? A common garden experiment of swamp sparrows (*Melospiza georgiana*). *J. Evol. Biol.* 24: 1274–1283.
- Blumstein, D.T., 2006. Developing an evolutionary ecology of fear: how life history and natural history traits affect disturbance tolerance in birds. *Animal Behaviour* 71(2): 389–399.
- Bolduc, F. Guillemette, M., 2003. Human disturbance and nesting success of common eiders: interaction between visitors and gulls. *Biological Conservation* 110: 77–83.
- Burger, J., Gochfield, M. & Niles, L.J., 1995. Ecotourism and birds in coastal New Jersey: contrasting responses of birds, tourists and managers. *Environmental Conservation* 22: 56–65.
- Carney K.M. & Sideman, W.J., 1999. A Review of Human Disturbance Effects on Nesting Colonial Waterbird. *Waterbirds* 22: 68-79.
- Commission européenne, 2000. GÉRER LES SITES NATURA 2000. Les dispositions de l'article 6 de la directive «habitats» (92/43/CEE).
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/provision_of_art6_fr.pdf
- Cyr, N.E. & Romero, L.M., 2007. Chronic stress in free-living European starlings reduces corticosterone concentrations and reproductive success. *Gen. Comp. Endocrin* 151: 82–89.
- Fernandez-Juricic, E., Jimenez, M.D. & Lucas, E., 2002. Factors affecting intra- and inter-specific variations in the difference between alert distances and flight distances for birds in forested habitats. *Canadian Journal of Zoology* 80: 1212–1220.
- Finney, S.K., Pearce-Higgins, J.W. & Yalden, D.W., 2005. The effect of recreational disturbance on an upland breeding bird, the golden plover *Pluvialis apricaria*. *Biological Conservation* 121: 53–63.
- Goss-Custard, J.D., Triplet, P., Sueur, F. & West, A.D., 2006. Critical thresholds of disturbance by people and raptors in foraging wading birds. *Biological Conservation* 127: 88–97.
- Gill, J.A., 2007. Approaches to measuring the effects of human disturbance on birds. *Ibis* 149 (S1): 9–14.
- Gill, J.A., Sutherland, W.J. & Watkinson, A.R., 1996. A method to quantify the effects of human disturbance on animal populations. *Journal of Applied Ecology* 33: 786–792.
- Hill *et al.*, 1997. Bird Disturbance: Improving the quality and utility of disturbance research. *Journal of Applied Ecology* 34: 275–288.
- Hockin, D., Ounsted, M., Gorman, M., Hill, D., Keller, V. & Barker, M.A., 1992. Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments. *Journal of Environmental Management* 36: 253–286.
- Landys, M. M., Ramenofsky, M. & Wingfield, J. C., 2006. Actions of glucocorticoids at a seasonal baseline as compared to stress-related levels in the regulation of periodic life processes. *General and Comparative Endocrinology* 148: 132-149.
- Love, O.P. & Williams, T.D., 2008. The Adaptive Value of stress-Induced Phenotypes: Effects of Maternally Derived Corticosterone on Sex-Biased Investment, Cost of Reproduction, and Maternal Fitness. *Am. Nat.* 172: 138–149.
- Mallord, J.W., Dolman, P.M., Brown, A.F. & Sutherland, W.J., 2007. Linking recreational disturbance to population size in a ground-nesting passerine. *Journal of Applied Ecology* 44: 185–195.
- Pike, TW- & Petrie, M., 2006. Experimental evidence that corticosterone affects offspring sex ratios in quail. *Proc R Soc B* 273: 1093–8.
- Romero, L.M., Dickens, M.J. & Cyr, N.E., 2009. The reactive scope model – A new model integrating homeostasis, allostasis, and stress. *Hormones and Behaviour* 55: 375–389.
- Saino, N., Romano, M., Ferrari, R.P., Martinelli, R. & Möller, A.P., 2005. Stressed mothers lay eggs with high corticosterone levels which produce low-quality offspring. *Journal of Experimental Zoology* 303A: 998–1006.
- Sutherland, W.J., 2007. Future directions in disturbance research. *Ibis* 149 (S1):120–124.
- Wheeler, M., de Villiers, M.S. & Majiedt, P.A., (2009) The effect of frequency and nature of pedestrian approaches on the behaviour of wandering albatrosses at sub-Antarctic Marion Island. *Polar Biology* 32: 197–205.
- West, A. D., Goss-Custard, J. D., Stillman, R. A., Caldow, R.W.G., le V. dit Durell, S.E.A. & McGrorty, S., 2002. Predicting the impacts of disturbance on shorebird mortality using a behaviour-based model, *Biological Conservation* 106: 319–328.