

FORÊT • NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**

A woodpecker (Grimpereau des bois) is perched on a mossy tree trunk. The bird has brown and white plumage and is looking upwards. The background is a clear blue sky.

Mesurer l'effet des changements climatiques sur les populations d'oiseaux en Wallonie : création d'un nouvel indicateur d'impact

Jean-Yves Paquet
Aves (Natagora)

Le Grimpereau des bois est une espèce forestière dont l'évolution wallonne est positivement influencée par le vieillissement des forêts, alors que les conditions climatiques tendent pourtant à lui être moins favorables.

La dynamique actuelle des populations d'oiseaux dépend notamment des changements climatiques. Ce phénomène peut être suivi grâce à des indicateurs qui expliquent une partie des observations réalisées. Dans le cas des oiseaux, d'autres paramètres, tels que les modifications des habitats, expliquent aussi les variations d'effectifs et les tendances des populations.

L'effet des changements climatiques sur la biodiversité est difficile à appréhender car ils agissent en synergie ou en opposition avec de nombreux autres facteurs de pression, notamment liés à la transformation des milieux. Les indicateurs multi-spécifiques, qui synthétisent l'information disponible sur un groupe cohérent d'espèces, permettent d'informer le public sur l'évolution de la biodiversité. Le plus connu est sans doute l'« indicateur des oiseaux des milieux agricoles », qui a conduit à la prise de conscience du déclin global des espèces qui dépendent de ces milieux, tant à l'échelle d'un pays que du continent européen¹, et à des tentatives d'y remédier. Le principe de ces indicateurs multi-spécifiques est simple : regrouper en une seule courbe la tendance des populations de plusieurs espèces que l'on sait partager le même habitat ou un ensemble de traits écologiques. Plus récemment, des indicateurs plus sophistiqués, appelés « indicateurs d'impact », ont été développés pour mesurer plus directement l'effet particulier d'un facteur agissant sur la démographie d'un groupe d'espèces. Le changement climatique est l'un de ces « facteurs agissants », particulièrement mis en évidence dans la littérature scientifique récente. Une recherche publiée en 2016 dans la prestigieuse revue « Science » développe un indicateur d'impact qui témoigne d'une influence des changements climatiques sur les populations d'oiseaux de deux continents, l'Europe et l'Amérique du Nord, d'une manière simultanée². Les changements climatiques déjà enregistrés jusqu'à ce jour modulent globalement la démographie des oiseaux dans une même direction, malgré les différences de contexte entre les deux continents. Cette étude s'appuie sur les résultats des suivis à long terme des populations d'oiseaux nicheurs du Nouveau et de l'Ancien Monde, le *Breeding Bird Survey* en Amérique du Nord et le *Pan*

European Common Bird Monitoring Scheme en Europe. Elle inclut ainsi les données issues de la Surveillance des Oiseaux Communs en Wallonie (SOCWAL), un programme mobilisant des dizaines d'ornithologues amateurs, organisé par Aves en collaboration avec le Service Public de Wallonie depuis plus de 25 ans⁷. Cet article détaille la construction de cet indicateur, tout en l'appliquant à la Wallonie grâce aux données de SOCWAL. Ce nouvel indicateur d'impact climatique pour les oiseaux nicheurs en Wallonie figure désormais parmi les indicateurs thématiques Faune-Flore-Habitat de l'État de l'Environnement Wallon*.

La méthode en détail

La construction de l'indicateur implique plusieurs étapes que nous détaillons ci-dessous. Certaines sont menées à l'échelle européenne (calcul de l'index CST) et d'autres étapes peuvent être appliquées à différentes échelles, régionales ou continentales.

Calcul d'un index CST

propre aux espèces dans chaque pays

Une équipe de scientifiques de l'Université de Durham a calculé, pour chaque espèce d'oiseau nicheur concernée par les suivis d'oiseaux communs et pour une série de pays sur les deux continents (y compris la Belgique), un index particulier appelé « *Climate Suitability Trend (CST)* » (que l'on pourrait traduire par la « tendance à l'adéquation au climat »). Cet index représente en fait une prédiction de la manière dont les espèces ont réagi à l'évolution du climat enregistrée depuis les années '80°. Le CST peut prendre une valeur positive (le climat dans notre pays est alors considéré comme évoluant vers une meilleure adéquation avec l'écologie de l'espèce) ou négatif (le climat a évolué en Belgique dans le sens d'une moins bonne adéquation avec les exigences de l'espèce). La valeur absolue du CST est d'autant plus élevée que l'effet du changement climatique est supposé fort sur la population. Pour la même espèce, l'index peut être

Cet article est paru précédemment dans la revue Aves 53/4 (2016) sous le titre « Un indicateur d'impact mesure l'effet des changements climatiques sur les populations d'oiseaux en Wallonie ». Il est reproduit avec l'aimable autorisation de sa rédaction.

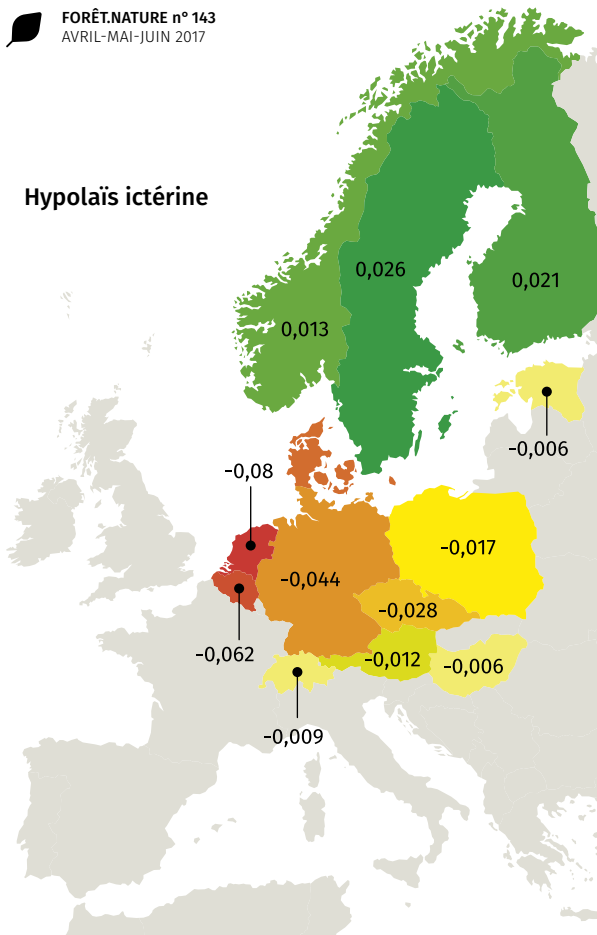
* etat.environnement.wallonie.be 

RÉSUMÉ

Le changement climatique refaçonne les communautés d'oiseaux : ce phénomène, perceptible depuis au moins la fin du 20^e siècle, a récemment été démontré à l'échelle continentale pour l'Europe et l'Amérique du Nord, suite au développement d'un indicateur d'impact reposant sur l'évolution des populations d'oiseaux nicheurs. Dans le présent article, nous appliquons le même principe pour élaborer un indicateur d'impact à une échelle régionale.

En Wallonie, le changement climatique semble agir sur les variations d'abondance des populations d'oiseaux communs, au moins depuis le début du siècle. Dans cette région d'Europe, il y a beaucoup plus d'espèces nicheuses impactées négativement par le réchauffement que l'inverse. Cependant, le changement climatique n'expliquerait à lui seul qu'une assez faible proportion de la variation des tendances des populations d'oiseaux en Wallonie.

Hypolais ictérine



Tarier pâtre

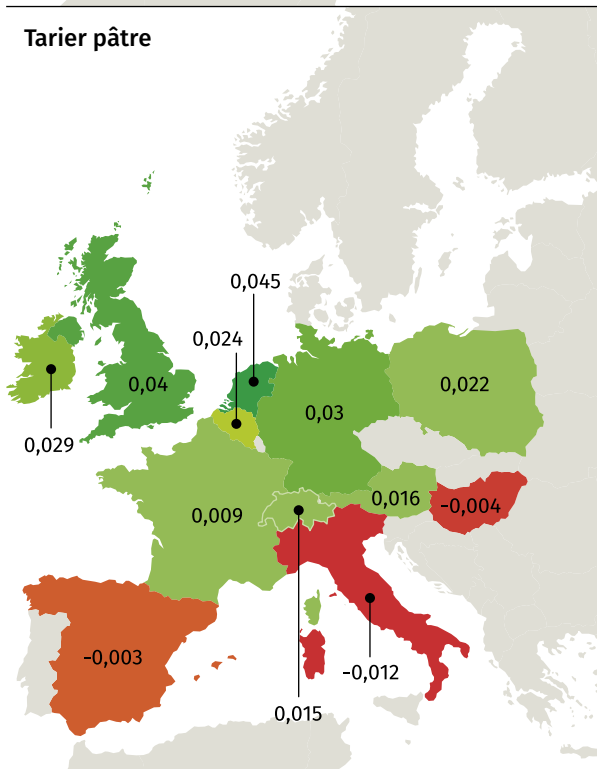


Figure 1. Représentation des valeurs du CST par pays pour l'Hypolaïs ictérine (en haut) et le Tarier pâtre (en bas) au sein des principaux pays de leur aire de répartition (les pays en dehors de cette aire sont en gris). Les pays sont colorés en fonction de ces valeurs (dans une gamme de vert pour les valeurs positives et dans une gamme de rouge pour les valeurs négatives)⁹.

négatif dans certains pays et positif dans d'autres (reflétant ainsi la logique selon laquelle une espèce peut bénéficier du réchauffement dans le nord de son aire de répartition, tout en subissant un retrait dans le sud de son aire). Ce CST a été calculé de la manière suivante :

- À partir des données du premier atlas des oiseaux nicheurs européens², qui reflètent la répartition des espèces dans les années '80, un modèle spatial (*Species Distribution Model* ou *SDM*) a été construit pour chaque espèce. Ce modèle estime mathématiquement la probabilité de présence d'une espèce à un endroit donné à la valeur de paramètres climatiques (températures et précipitations) à cet endroit. Il exprime une probabilité de présence de l'espèce (comprise entre 0 et 1) en fonction des valeurs moyennes du climat et a donc été construit avec des données datant des années '80, à la fois pour le climat et la répartition des espèces. En réalité, dix modèles différents ont été construits suivant différentes méthodes statistiques et c'est la moyenne des estimations produites par ces dix modèles qui a été utilisée par la suite. Une probabilité de présence de l'espèce peut donc être calculée pour chaque unité spatiale (grille de 50 x 50 km) en Europe en fonction des paramètres climatiques de l'endroit.
- Le modèle a ensuite été projeté pour chaque année suivante et pour chaque unité de la grille selon les valeurs climatiques annuelles mesurées entre 1980 et 2010*. De nouvelles probabilités de présence des espèces ont ainsi été estimées annuellement pour chaque unité spatiale. Les moyennes par pays de ces probabilités de présence ont ensuite été calculées pour chaque espèce et chaque année.
- Une régression linéaire a ensuite été menée sur ces probabilités de présence par pays pour estimer la tendance « prédite » de l'espèce au cours de la période 1980-2010 dans chaque pays. La pente de cette droite de régression constitue le CST. Il est important de remarquer que le CST se base sur des tendances prédites des populations, puisque les seules données ornithologiques réelles utilisées sont celles de l'atlas des oiseaux nicheurs européens, projetées dans les conditions climatiques réellement mesurées entre 1980 et 2010. Ces données sont indépendantes des suivis de populations à long terme utilisés dans l'étape suivante. Le CST donne ainsi une indication de la façon dont le climat a pu évoluer en adéquation ou non avec les exigences écologiques des espèces entre 1980 et 2010. Un examen de ces valeurs⁹ permet de visualiser les changements d'adéquation climatique pour différentes espèces à travers l'Europe (figure 1).

* Disponibles sur worldclim.org 



Construction de l'indicateur d'impact climatique pour la Wallonie

L'indicateur d'impact climatique pour la Wallonie (CIIwal) a été développé de la même manière que le CST décrit ci-dessus. Il se base sur les changements d'abondance relative des espèces calculés à partir des données issues de la surveillance par points d'écoute (projet SOCWAL⁷) pour 76 espèces communes entre 1990 et 2015 (tableau 1). Un indice d'abondance relative est d'abord calculé annuellement pour chaque espèce. Deux indices d'abondance globaux, CST+ et CST-, sont ensuite recalculés. Le ratio de ces deux indices donne l'indicateur synthétique CIIwal (encart 1)

Résultats

Les scientifiques de l'Université de Durham⁹ donne les valeurs de CST pour toutes les espèces et tous les pays considérés (20 en Europe). Pour la Belgique, il y a 70 espèces entrant dans la catégorie CST- contre seulement 10 pour la catégorie CST+. Pour le calcul de notre propre indice CIIwal, nous avons cependant ajouté une espèce, l'Hypolaïs polyglotte, un colonisateur récent de notre avifaune nicheuse³, dont nous pouvons calculer un indice d'abondance annuel via SOCWAL et prendre la valeur du CST calculée pour la France. Nous avons par contre décidé de ne pas tenir compte de certaines espèces dont les tendances des populations calculées via SOCWAL nous semblent trop peu robustes (intervalle de confiance trop large)*. Au final, il y a 64 espèces dans le groupe CST-, 9 espèces dans le groupe CST+ et 3 espèces dont le CST est nul en Belgique (figure 2).

* Il s'agit de l'Épervier d'Europe (CST = -0,001), du Héron cendré (-0,011), du Pigeon colombin (-0,021), du Gobemouche gris (+0,002) et du Serin cini (+0,002).

À gauche : le **Tarier pâtre** est l'espèce commune dont la valeur du CST est la plus élevée en Belgique.

Au milieu : avec la Grive litorne, la **Mésange boréale** est l'espèce commune dont la valeur du CST est la plus négative en Belgique.

À droite : la **Grive litorne** est une des espèces pour laquelle il est prédit que le climat wallon évolue de manière défavorable.

Comme le montre le graphe de la figure 3, il existe une relation positive entre la tendance des populations des oiseaux communs en Wallonie et leur indice d'adéquation climatique CST. Sur le graphe sont indiquées certaines espèces dont l'évolution s'écarte particulièrement de la relation linéaire moyenne : le Bruant proyer, la Tourterelle des bois et l'Hypolaïs icitérine, dont l'évolution des populations est nettement plus négative que ce que leur CST à lui seul pourrait expliquer, et le Tarier pâtre et le Grimpereau des bois, évoluant plus positivement que leur adéquation climatique seule ne pourrait l'expliquer.

La figure 4 présente l'évolution des groupes CST+ et CST- séparément et, enfin, la figure 5 propose l'Indicateur d'Impact Climatique final pour la Wallonie. Celui-ci est d'abord stable jusqu'aux environs du tournant du siècle, puis est en nette augmentation. Cela résulte tant de l'augmentation du groupe CST+ que du lent déclin du groupe CST-. Les deux courbes de tendances, et par conséquent l'indice synthétique, semblent se stabiliser depuis 2009 mais seule la prolongation des suivis au cours des années prochaines permettra de confirmer cette impression.

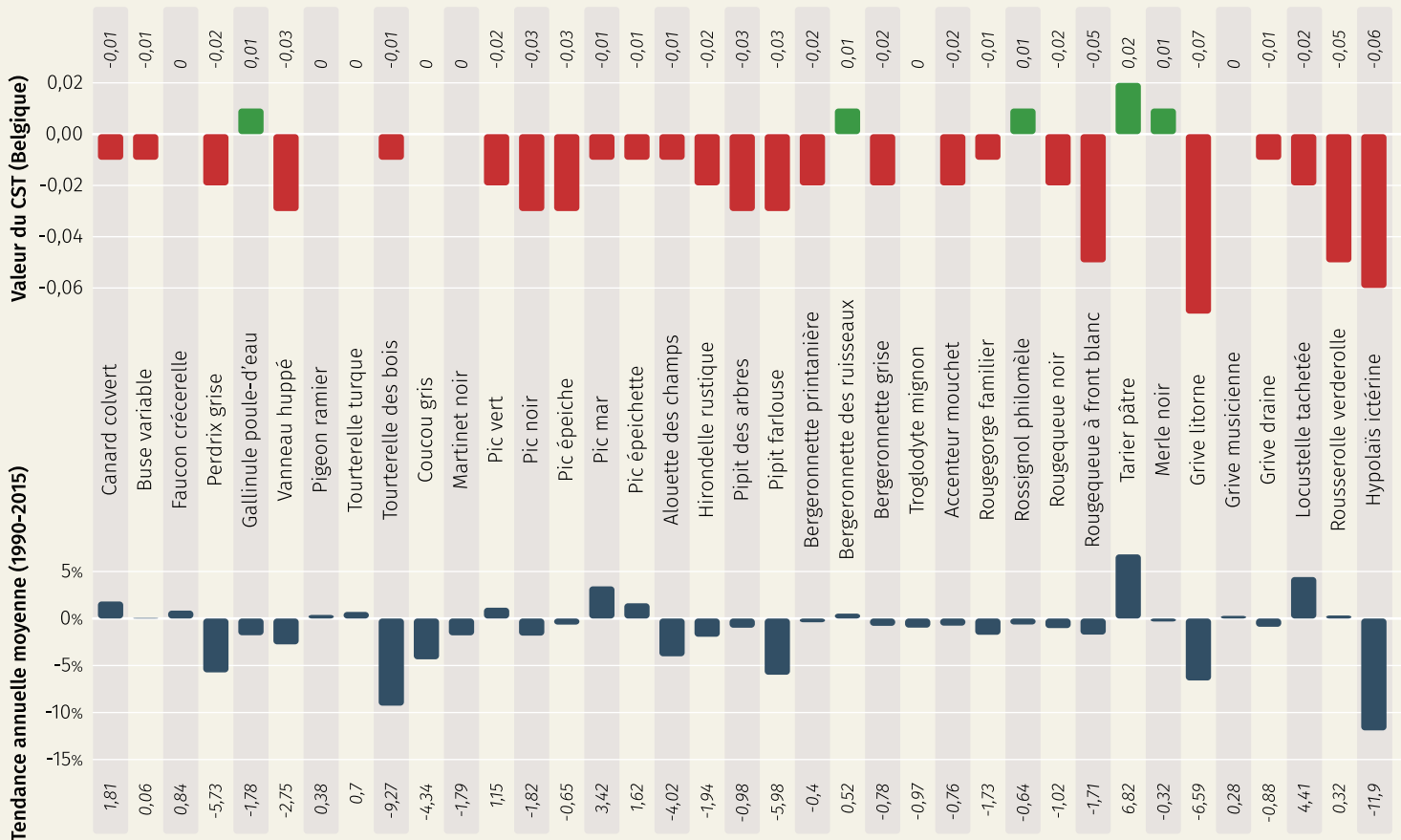


Tableau 1. Liste des 76 espèces concernées par le calcul du ClIwal avec la valeur du CST et la tendance annuelle moyenne de leur population en Wallonie sur la période 1990-2015 calculée grâce au programme SOCWAL.

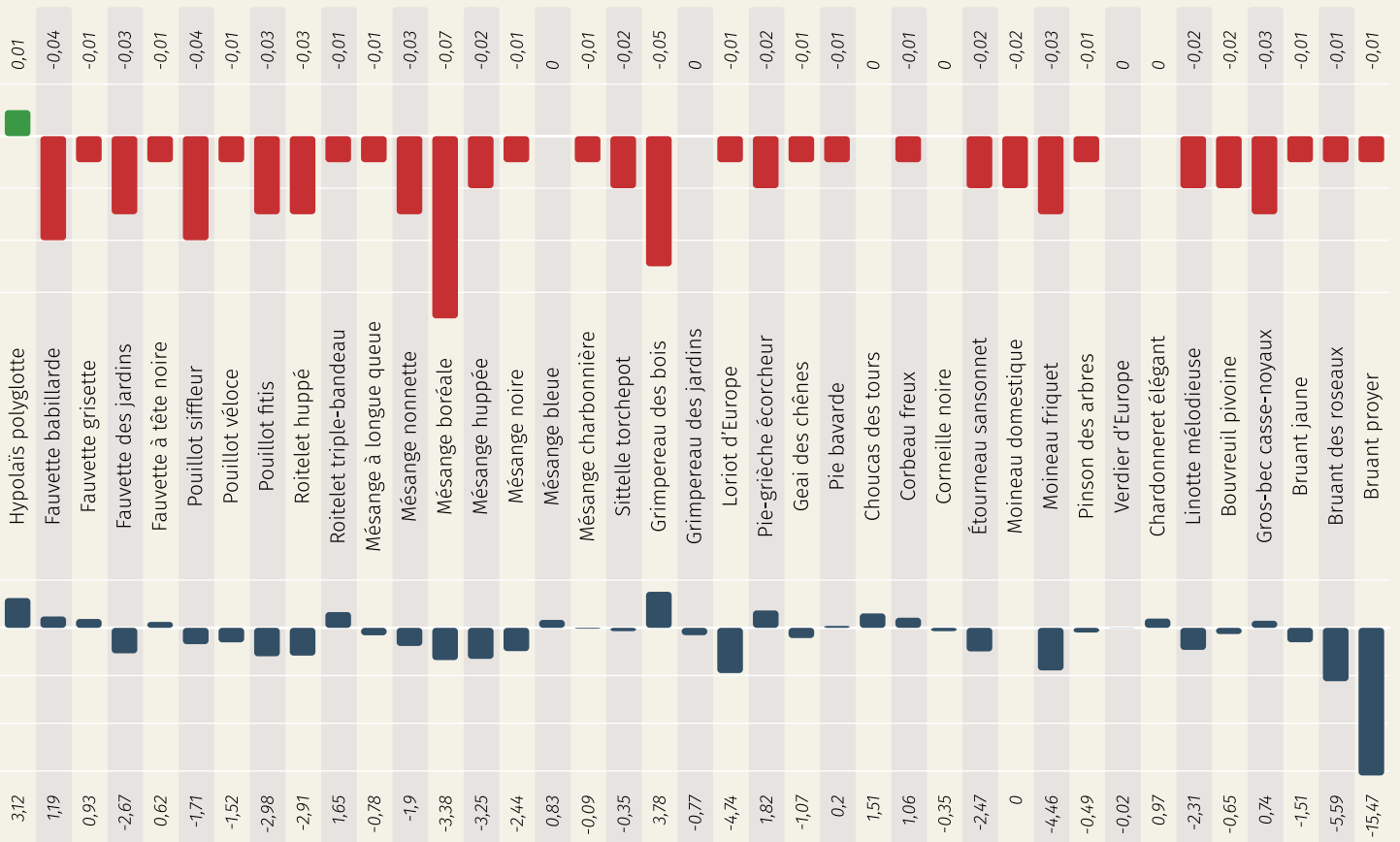
Que nous apprend vraiment l'Indicateur d'Impact Climatique en Wallonie ?

Les changements climatiques en cours affectent les populations d'oiseaux et la biodiversité en général sous de nombreux aspects⁸ mais il n'est pas aisé d'en appréhender les impacts à une échelle plus locale, dans une petite région au climat tempéré, sans habitats côtiers, au relief de plaine ou de collines, comme la Wallonie. De plus, la forte pression humaine sur la nature (exploitation forestière, intensification de l'agriculture, développement de l'urbanisation) semble influencer majoritairement l'évolution de notre avifaune⁴. Le suivi détaillé des populations d'oiseaux mené par les ornithologues wallons depuis plus de 50 ans permet cependant de percevoir une influence du changement climatique, que ce soit sur la phénologie des espèces, l'évolution des aires de répartition ou la réorganisation des communautés d'espèces⁵. Le nouvel indicateur climatique développé ici permet de synthétiser cet impact en s'appuyant sur les espèces communes, qui ne représentent, il est vrai, qu'environ la moitié des espèces nicheuses mais plus de 95 % de la totalité des individus. L'autre avantage de cet indicateur est qu'il est réalisé suivant le même cadre conceptuel que l'indicateur continental⁹

et qu'il permet donc des comparaisons plus aisées à différentes échelles, notamment entre régions.

Étant donné la manière dont cet indicateur est construit, sa tendance à l'augmentation ne reflète pas directement une tendance des populations (à la hausse ou la baisse) mais bien une augmentation de l'impact du climat sur l'évolution de ces populations d'oiseaux, perceptible en Wallonie à partir du cap de l'an 2000. L'évolution des populations d'oiseaux en Wallonie se conforme en quelque sorte aux prévisions que l'on pouvait faire en fonction, d'une part, de « l'enveloppe climatique » caractéristique de chaque espèce (c'est-à-dire l'ensemble des intervalles de valeurs de variables bioclimatiques à l'intérieur desquelles l'espèce trouve remplies ses conditions écologiques) et, d'autre part, de l'évolution du climat observée de 1980 à nos jours. Cette évolution est globalement plutôt négative car, en Wallonie, il y a plus d'espèces d'oiseaux communes qui sont impactées négativement par le réchauffement que l'inverse.

Cependant, si un impact significatif des changements climatiques est avéré, cela ne veut pas dire que ce phénomène général constitue le facteur principal d'évolution des populations. En fait, la valeur du CST



n'explique que moins de 10 % de la variation entre espèces des tendances de populations sur 25 ans (figure 3). Certaines espèces, comme le Bruant proyer ou la Tourterelle des bois, se conforment à la prédiction d'un retrait en Wallonie, mais d'une manière beaucoup plus marquée qu'attendue en moyenne. D'autres, moins nombreuses, sont même en augmentation alors que le climat évolue d'une manière défavorable pour elles : c'est le cas du Grimpereau des bois, pour qui le vieillissement historique de la forêt wallonne constitue probablement une force directrice beaucoup plus forte. D'autres facteurs façonnent donc de manière très forte l'évolution de la biodiversité, même si l'intérêt scientifique élevé de l'étude de l'impact des changements climatiques peut parfois conduire à négliger les effets de ces autres phénomènes¹⁰. Il reste donc essentiel de s'intéresser aux rôles de l'aménagement du territoire, de l'intensification de l'agriculture et de la politique forestière, notamment.

Hypolais icterine. Le climat évolue en Wallonie de manière défavorable pour ce sylvidé, mais sa régression est tellement marquée que cela laisse supposer que d'autres facteurs sont également à l'œuvre.



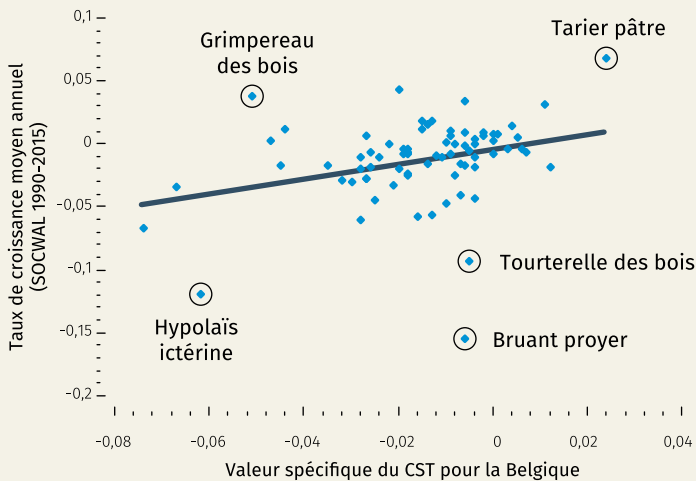


Figure 3. Pour 76 espèces, le graphe montre la relation entre l'évolution des populations en Wallonie entre 1990 et 2015 (projet SOCWAL) et la valeur de leur CST, « l'indice d'adéquation climatique ». La droite de régression linéaire est représentée en bleu foncé ($F_{1,74} = 8,076$; $p < 0,01$; $R^2_{\text{ajusté}} = 0,086$; coefficient de corrélation $R = 0,31$).

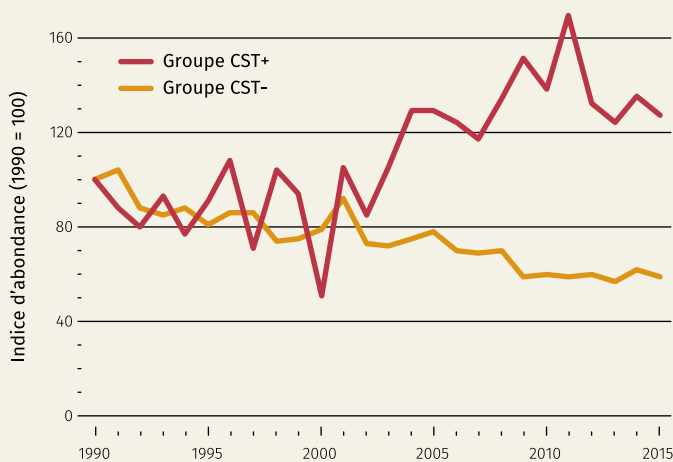


Figure 4. Tendances différentielles du groupe CST+ (9 espèces) et CST- (64 espèces) en Wallonie.

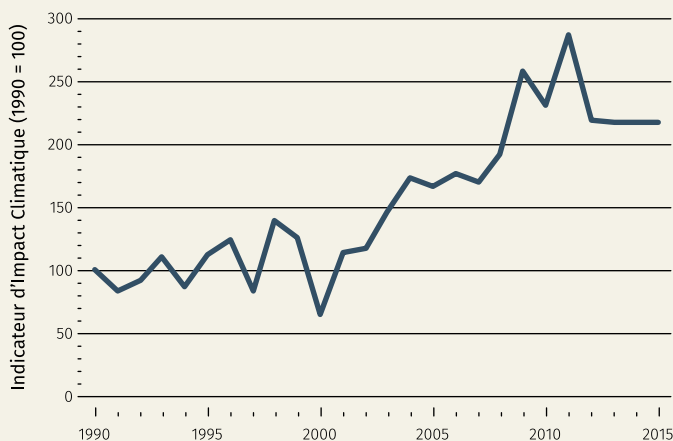


Figure 5. Indicateur d'Impact Climatique pour la Wallonie (CIIwal).

Encart 1. Construction du CIIwal

Les espèces sont séparées en deux groupes en fonction du signe de leur CST en Belgique : « CST+ » et « CST- ». Pour chacun de ces deux groupes, la procédure suivante est appliquée séparément. La série d'indices d'abondance de longueur $k = 26$ (pour les 26 années de suivis entre 1990 et 2015) est convertie, pour toutes les espèces, en $k-1$ valeurs de $X_{i,j}$

$$X_{i,j} = \log \left(\frac{N_{i,j+1}}{N_{i,j}} \right)$$

où $N_{i,j}$ est l'indice d'abondance pour l'année j et $N_{i,j+1}$ est l'indice d'abondance l'année suivante. Un facteur de pondération w_i est ensuite calculé pour chaque espèce i , de la manière suivante :

$$w_i = \frac{|CST_i|}{\sum_{s=1}^v |CST_s|}$$

où v est le nombre total d'espèces considérées dans le calcul (soit le nombre d'espèces dans chaque groupe, CST+ ou CST-). Nous calculons ensuite la somme des $w_i X_{i,j}$ pour toutes les espèces pour la $j^{\text{ème}}$ année. Cela représente donc le logarithme pondéré

La restauration d'habitats semi-naturels particulièrement sensibles au réchauffement climatique, comme les milieux tourbeux d'altitude, peut permettre d'atténuer les impacts négatifs sur les oiseaux⁸. Ainsi, les nombreux travaux de restauration entrepris en Haute-Ardenne dans le cadre de plusieurs projets LIFE+ Nature ont récemment conduit à l'amélioration du statut de plusieurs espèces de ces milieux⁶, pourtant particulièrement fragilisés par les changements climatiques. L'atténuation des impacts des changements climatiques passe donc par des actions de restauration d'habitat à large échelle ou d'amélioration des conditions générales, en particulier pour les espèces les plus concernées : notre indicateur d'impact trouvera sa plus grande utilité dans le suivi futur de l'accomplissement de ce défi. ■

Bibliographie

- 1 Gregory R.D., Vorisek P., Noble D.G., Van Strien A., Klvanova A., Eaton M., Gmelig Meyling A.W., Joys A., Foppen R.P.B., Burfield I.J. (2008). The generation and use of bird population indicators in Europe. *Bird Conservation International* 18 : S223-S244.
- 2 Hagemeyer W.J.M.H., Blair M.J. (1997). *The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their Distribution and Abundance*. T & AD Poyser, London.

(par les valeurs du CST) du changement proportionnel de l'indice d'abondance entre l'année j et l'année $j+1$ pour ce groupe d'espèces. En fixant une valeur de 100 pour l'année 1990, nous pouvons donc utiliser ce changement proportionnel pour recalculer deux indices d'abondance globaux, CST+ et CST-, pour chaque année de la série.

Ces indices CST+ et CST- ne constituent pas, en eux-mêmes, des indicateurs d'impact des changements climatiques sur les populations d'oiseaux. En effet, s'il n'y avait pas d'impact du réchauffement, et si les deux groupes étaient sensibles à d'autres changements de l'environnement, comme la dégradation de l'habitat, ils pourraient montrer un changement non nul mais similaire. Cependant, on peut supposer que les espèces susceptibles d'être favorisées par le changement climatique (les espèces CST+) montrent une trajectoire plus positive que le groupe CST-, pour lequel on s'attend à une moins grande adéquation avec le climat actuel. C'est pourquoi nous pouvons construire un indicateur synthétique, notre « Indicateur d'Impact Climatique » pour la Wallonie (Climal), simplement en faisant le ratio entre la valeur de l'indice CST+ sur celui des CST- pour chaque année de la série.

- ³ **Jacob J.-P.** (2010). Hypolaïs polyglotte, *Hippolais polyglotta*. In : Jacob J.-P. et al. : *Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007*. Série Faune Flore Habitats n° 5, Aves, SPW, Gembloux, p. 348-349.
- ⁴ **Jacob J.-P., Paquet J.-Y., Dambiermont J.-L.** (2010). Présentation générale des résultats et évolution de l'avifaune nidificatrice. In : Jacob J.-P. et al. : *Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007*. Série Faune Flore Habitats n° 5, Aves, SPW, Gembloux, p. 60-79.
- ⁵ **Laudelout A., Paquet J.-Y.** (2014). Les changements climatiques et les oiseaux : synthèse et impacts sur l'avifaune wallonne. *Aves* 51 : 193-215. 
- ⁶ **Observatoire Faune Flore Habitat** (2014). Le méta-projet de restauration des tourbières de Haute-Ardenne. *biodiversite.wallonie.be* 
- ⁷ **Paquet J.Y., Jacob J.-P., Kinet T., Vansteenwegen C.** (2010). Les tendances des populations d'oiseaux communs en Wallonie de 1990 à 2009. *Aves* 47 : 1-19. 
- ⁸ **Pearce-Higgins J.W., Green R.E.** (2014). *Birds and Climate Change : Impacts and Conservation Responses*. Cambridge University Press.
- ⁹ **Stephens P.A., Mason L.R., Green R.E. et al.** (2016). Consistent response of bird populations to climate change on two continents. *Science* 352 : 84-87.
- ¹⁰ **Titeux N., Henle K., Mihoub J.-B., Brotons L.** (2016). Climate change distracts us from other threats to biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14 : 291-291.

POINTS-CLEFS

- ▶ Les populations d'oiseaux nicheurs les plus répandus en Wallonie sont suivies annuellement par un réseau d'observateurs.
- ▶ Le changement climatique est identifié comme un facteur agissant sur les tendances de ces populations ; cet impact est perceptible depuis le début des années 2000.
- ▶ En Wallonie, le changement climatique est prédict comme affectant un plus grand nombre d'espèces à la baisse que celles qui devraient évoluer à la hausse. Cela semble se vérifier sur le terrain, avec une évolution globalement négative de l'avifaune commune.
- ▶ Si son impact est avéré, le changement climatique n'est qu'un facteur parmi d'autres et une grande partie de l'évolution de l'avifaune dépend d'autres causes, comme la modification de l'offre en habitat ou la qualité de celui-ci.

Les tendances de populations d'oiseaux communs, à la base de ce travail, ne peuvent être établies que grâce à la compétence et à l'implication de dizaines d'observateurs bénévoles participant, années après années, au projet SOCWAL. Cette note s'appuie aussi sur le travail de plusieurs membres du Département Études de Natagora, en particulier Antoine Derouaux et Arnaud Laudelout. SOCWAL et le calcul des indicateurs sont menés en collaboration avec le DEMNA (DGO3, SPW), et en particulier avec Violaine Thiry et Jérémy Simar. L'article a grandement bénéficié de la relecture du Comité du Bulletin Aves, en particulier de celle de Jean-Louis Dambiermont, Philippe Selke et Anne Weiserbs. Merci à tous les collègues et en particulier à P.A. Stephens et R. Gregory pour l'esprit de collaboration autour de l'établissement de cet indicateur.

Crédits photos. R. Gailly (p. 28), C. Farinelle (p. 31 gauche et milieu), G. Rasson (p. 31 droite), C. Vandeputte (p. 33).

Jean-Yves Paquet

jean-yves.paquet@aves.be

Aves, Département Études de Natagora
Rue Nanon 98 | B-5000 Namur