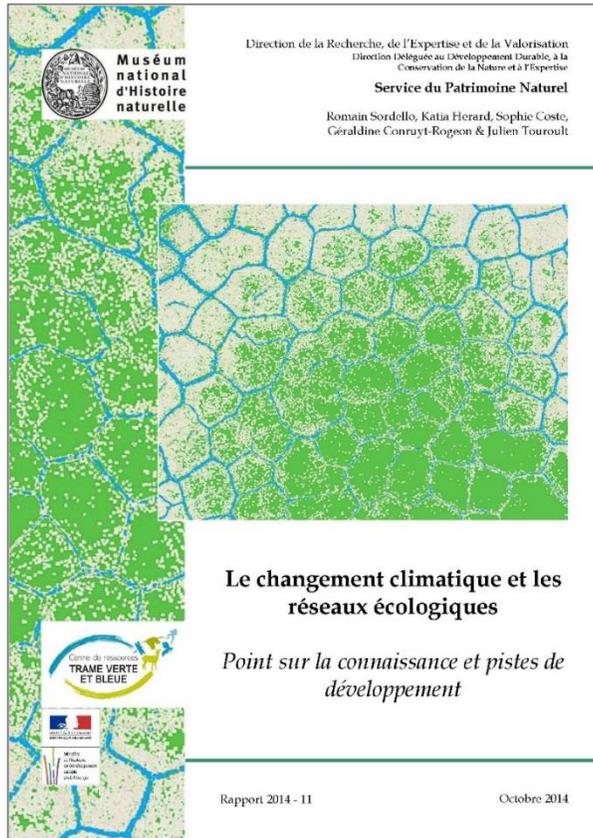


27 janvier 2020 - Angers

**CHANGEMENT CLIMATIQUE ET
BIODIVERSITÉ : FOCUS SUR LES RÉSEAUX
ÉCOLOGIQUES**

Romain Sordello
UMS PatriNAT

RAPPORT CONNAISSANCE SUR « RÉSEAUX ÉCOLOGIQUES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE »

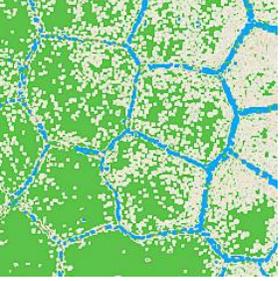


SORDELLO R., HERARD K., COSTE S., CONRUYT-ROGEON G., TOUROULT J., 2014. *Changement climatique et réseaux écologiques - Point sur la connaissance et pistes de développement*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 178 p.

- Synthèse de la connaissance scientifique sur les impacts
- Resituer le rôle des réseaux écologiques corridors/aires protégées (adaptation et atténuation)
- Prendre du recul sur les cadrages SCAP/TVB
- Proposer des pistes de recherche et développement, révision ONTVB

Disponible sur http://spn.mnhn.fr/servicepatrimoinenaturel/publications/rapports_spn
et sur : <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/changement-climatique-reseaux-ecologiques>

LA MÉTÉO ET LE CLIMAT

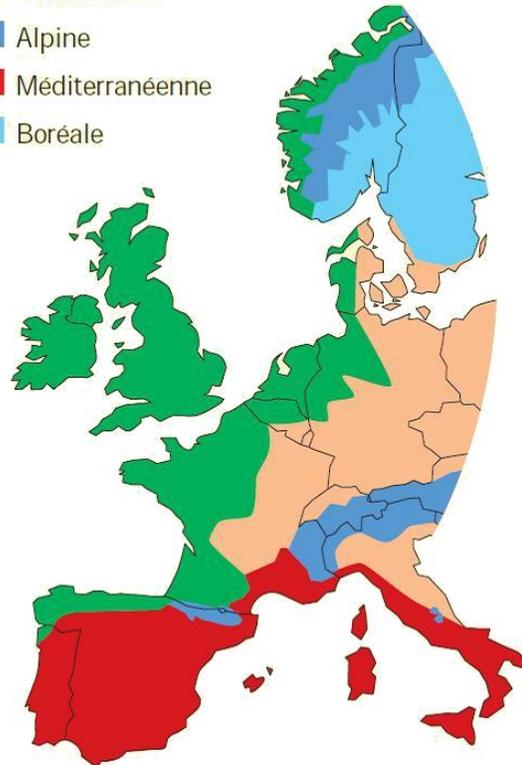


Météorologie/Climat

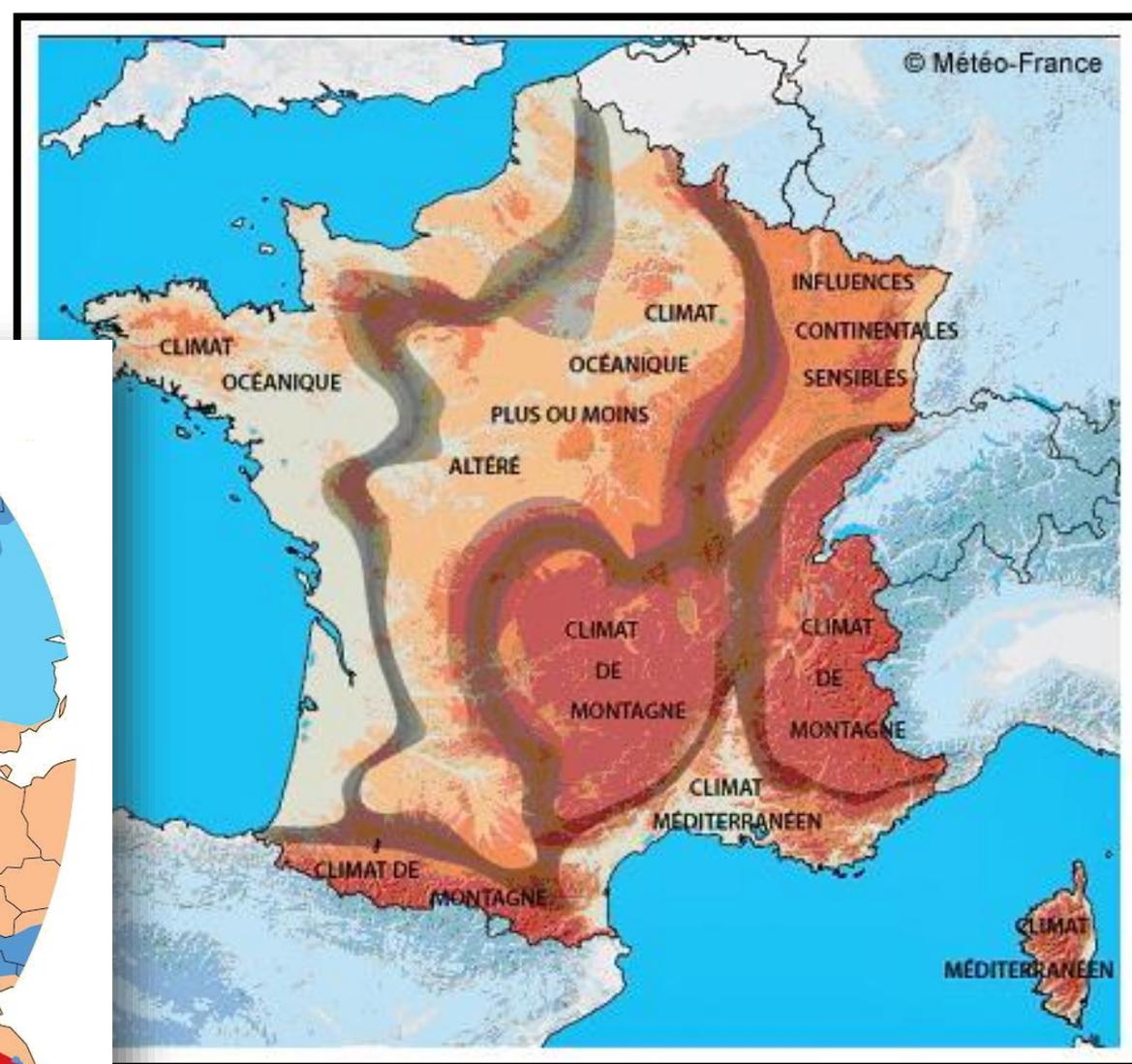
- Globalement : Météo et Climat se décrivent avec les mêmes paramètres (température, précipitation, hygrométrie, ensoleillement, ...)
- Météo et Climat diffèrent par leur « assiette » de temps et d'espace
 - ⇒ Climat ≠ moyenne de météorologie
 - ⇒ Il est le premier déterminant de la répartition des espèces à l'échelle du globe

Zones bio-géographiques :

- Atlantique
- Continentale
- Alpine
- Méditerranéenne
- Boréale

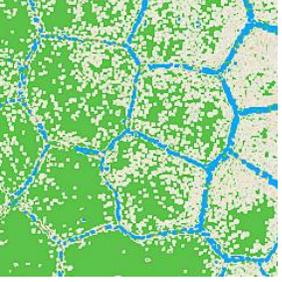


Le territoire français est au carrefour des grandes zones naturelles européennes.



Cinq grands climats en France

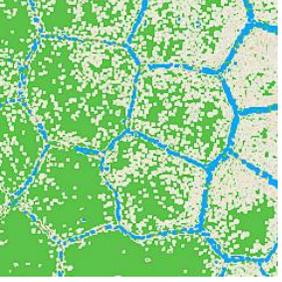
⇔ Correspondance zones biogéographiques



Quel lien entre les paramètres météo/climat et le vivant ? Exemple de la température

- La température est un paramètre majeur sur le développement et cycle de vie des individus, faune comme flore
- Animaux : homéothermes (régulation endo/ecto), hétérothermes (hibernation), poïkilothermes (aucune régulation)
- Végétaux : des stratégies différentes pour le passage de la « mauvaise saison » : phanérophytes, géophytes, thérophytes, ..

=> Des rapports à la T°C très différents selon les taxons



Le climat est stable mais varie quand même de façon naturelle

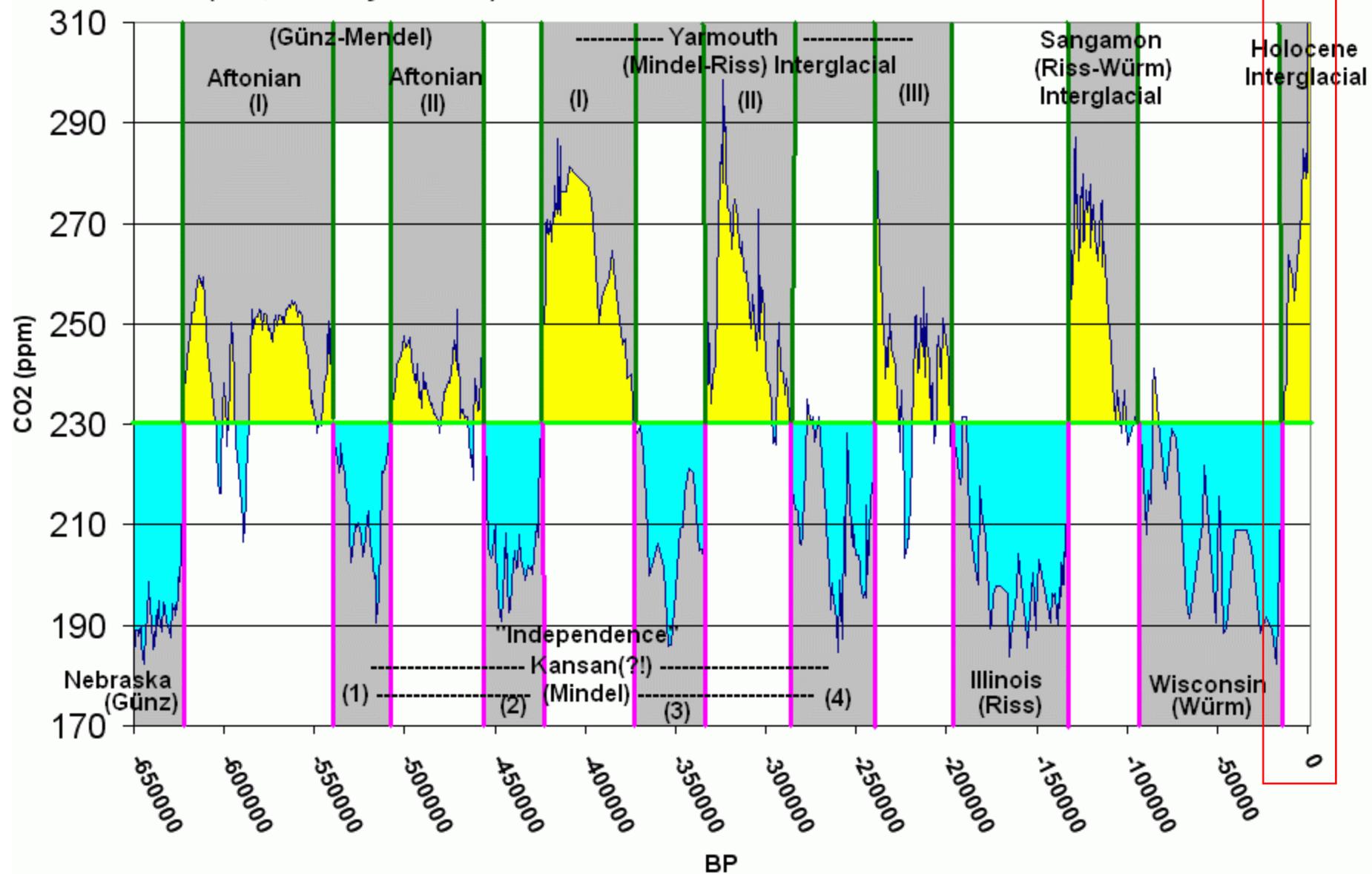
- Le climat a une variabilité naturelle, sur le long terme, liée à des facteurs astronomiques (obliquité de la Terre, ...)
- A l'échelle des temps géologiques, on constate des variations cycliques => alternance de périodes **glaciaires** et **interglaciaires**
- Depuis 10 000 ans nous sommes dans une période **interglaciaire** (Holocène). Tardiglaciaire = période de réchauffement à la fin de la dernière période glaciaire

Late Pleistocene: Atmospheric CO₂ and the Glacial cycles

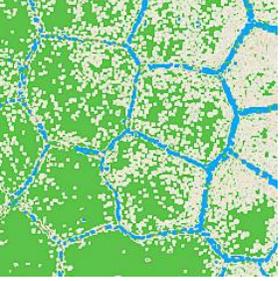
(650,000 - 0 years BP)

(ppm)

N.American & (Alpine) names

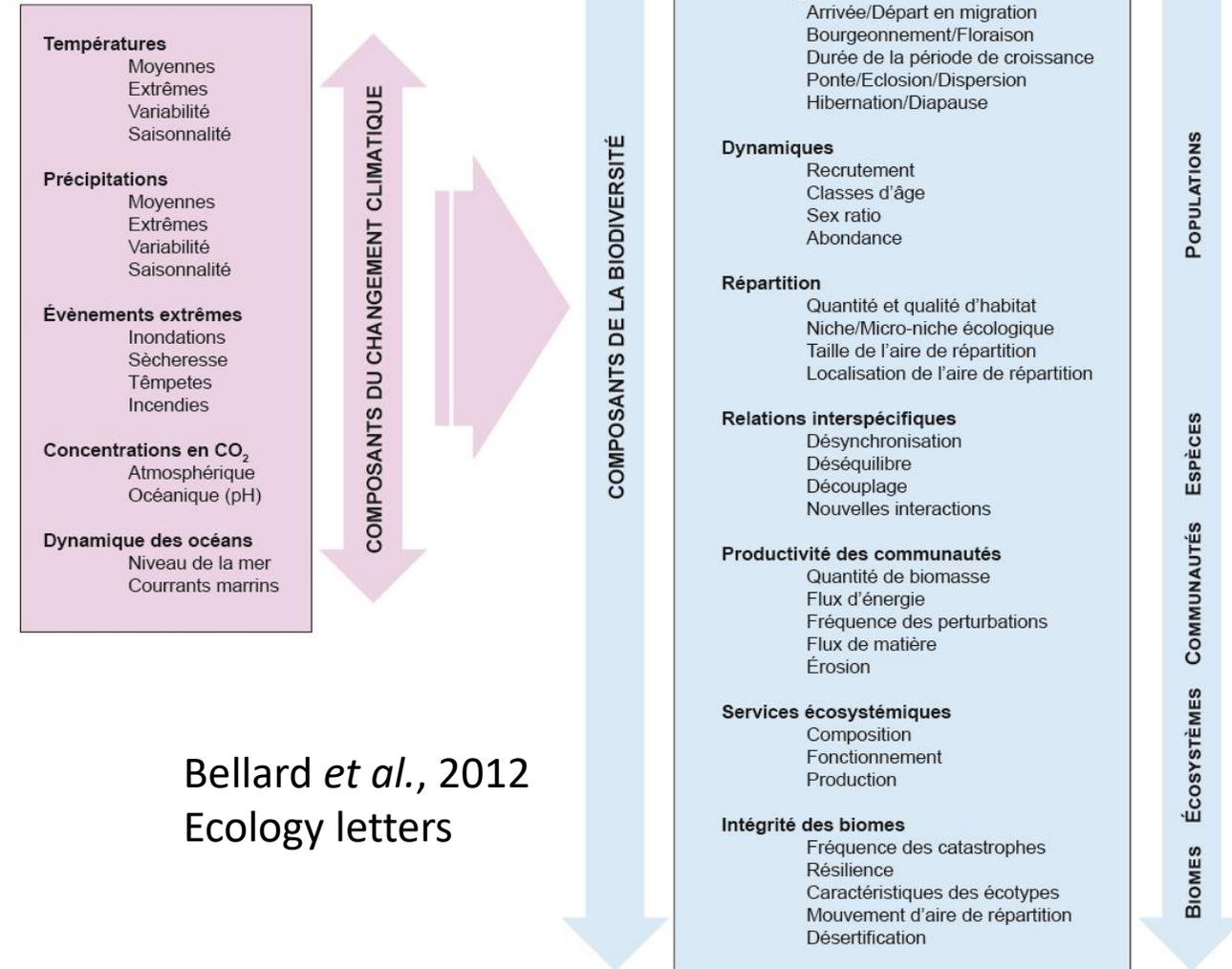


**COMMENT LA BIODIVERSITÉ RÉAGIT-
ELLE AUX VARIATIONS DU CLIMAT ?**

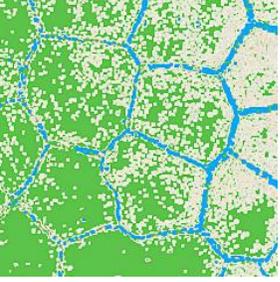


Réponse de la biodiversité

- La biodiversité réagit aux évolutions du climat selon 3 axes :
 - **interne** (physiologie, comportement, ...)
 - **temporel** (phénologie)
 - **spatial** (aire de répartition)
- Toutes les échelles du vivant sont concernées, des gènes aux biomes

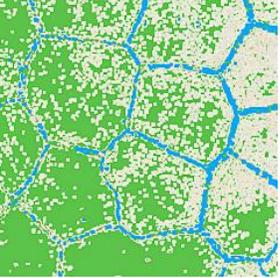


Bellard *et al.*, 2012
Ecology letters



Plan spatial : enseignements des variations passées

- Les variations passées du climat ont entraîné des **régressions et transgressions** successives d'aires de répartition (phylogéographie)
- Plusieurs **refuges** récurrents chauds (péninsules ibérique, ...) ou froids (massifs, nord de l'Europe)
- Plusieurs **voies de colonisation** bien identifiées (marges des Pyrénées, contournement des Alpes, couloir rhodanien, ...)
- Ces mouvements sont un moteur de la **spéciation** et « laissent des traces » (phylogénie)



Enseignements des variations passées

Stewart *et al.*, 2010

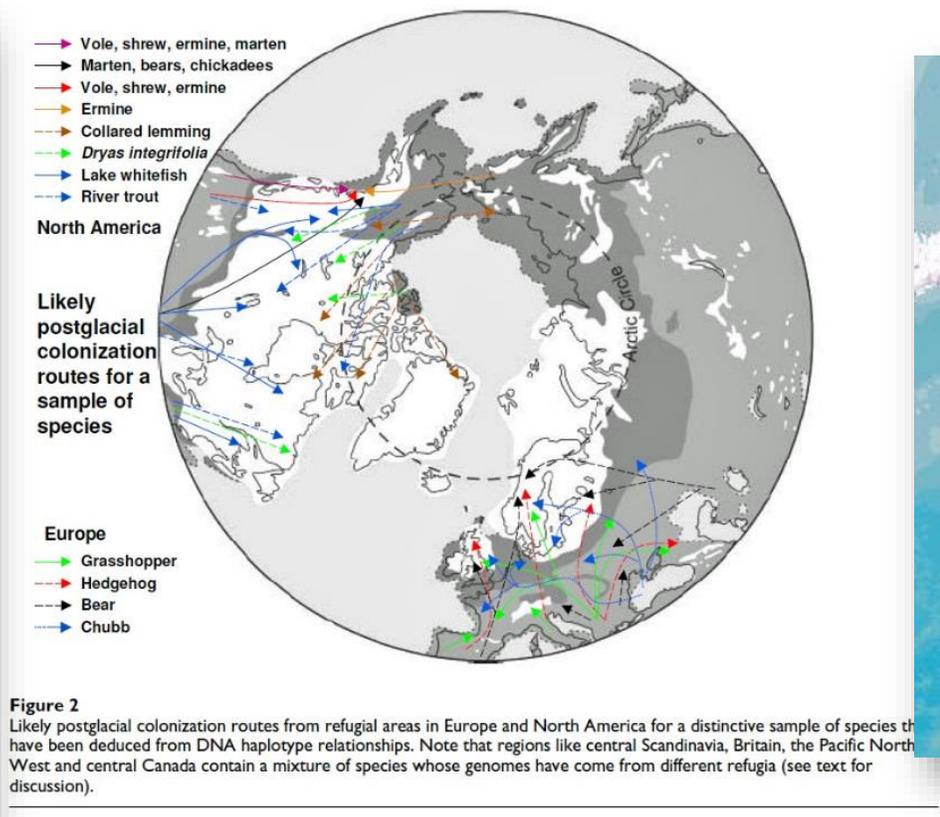
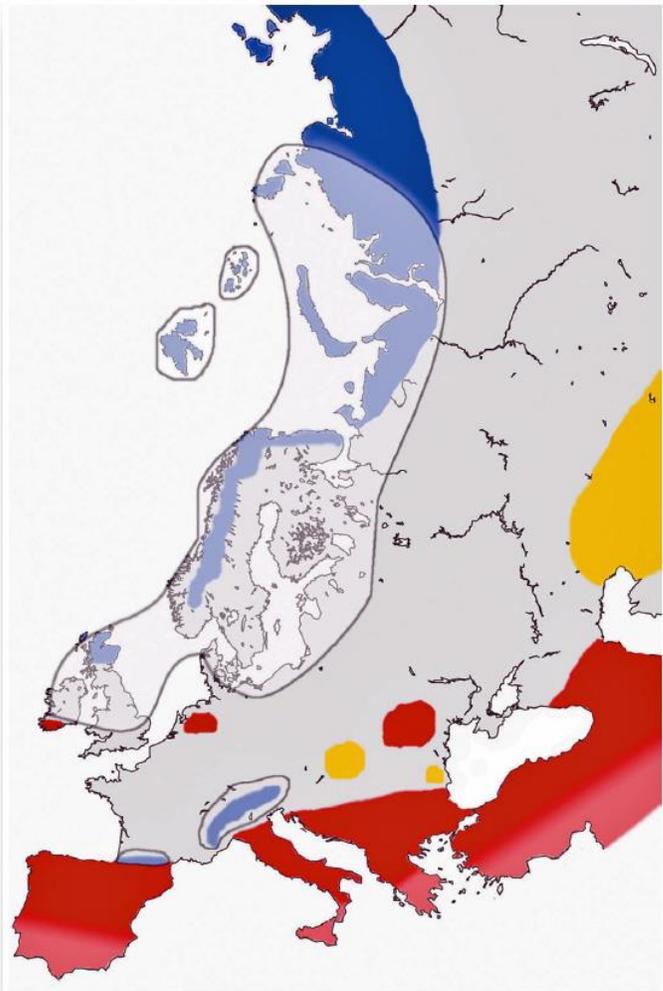


Figure 2
Likely postglacial colonization routes from refugial areas in Europe and North America for a distinctive sample of species that have been deduced from DNA haplotype relationships. Note that regions like central Scandinavia, Britain, the Pacific North West and central Canada contain a mixture of species whose genomes have come from different refugia (see text for discussion).

Hewitt, 2004

Exemple d'une « relique glaciaire » chez nous :
la Chouette de Tengmalm



Site internet UICN Redlist

Le climat est le premier descripteur des aires de répartition à large échelle

**LE CHANGEMENT CLIMATIQUE CONTEMPORAIN
ET SES DÉGÂTS DÉJÀ CONSTATÉS SUR LA
BIODIVERSITÉ**

Comment réagit la biodiversité ?

- Il y a un **effet additionnel anthropique** sur les variations naturelles du climat (rejets de gaz à effet de serre) qui accentue la période interglaciaire actuelle
- **La biodiversité réagit selon les mêmes mécanismes que par le passé (trois axes) :**

Interne

Ex : Perche fluviatile (*Perca fluviatilis*)

Changement du régime alimentaire (s'adapte aux nouvelles proies présentes)
(Gillet & Dubois, 2009)

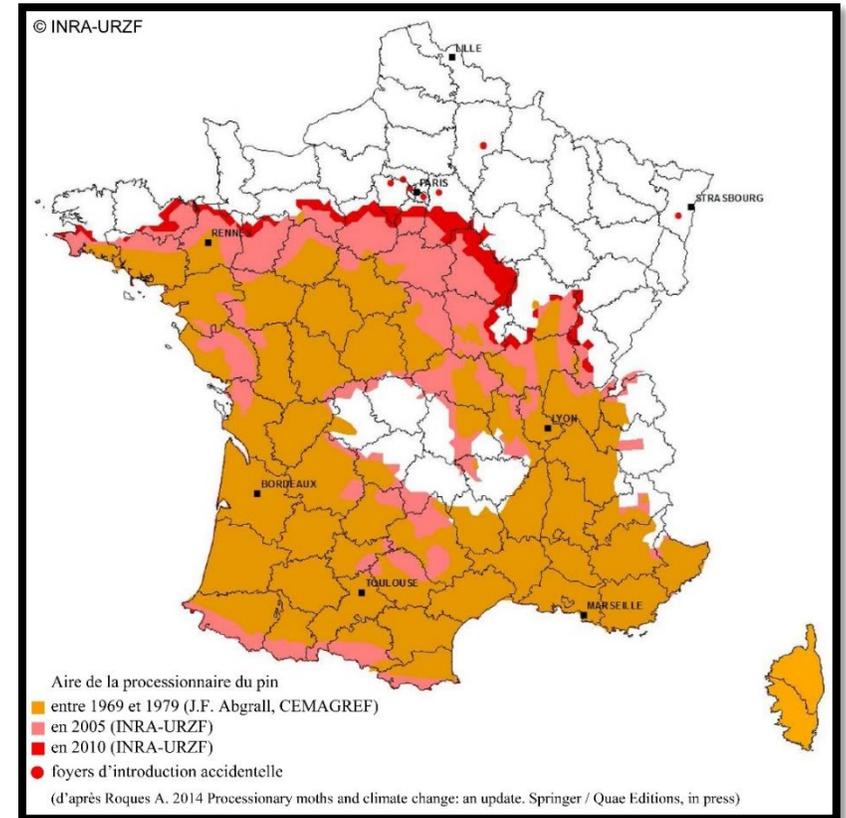


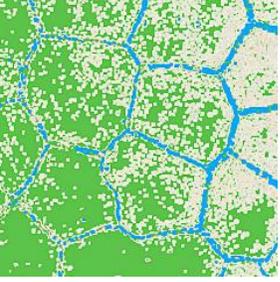
Temporel

Ex : Rousserolle turdoïde (*Acrocephalus arundinaceus*)
Avancement des périodes de pontes (=> éviter les périodes de sécheresse et de chaleur survenant plus tôt en saison)
(Dyrzcz & Halupka, 2009).



Spatial

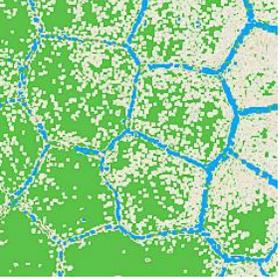




Trois orientations d'ajustement spatial

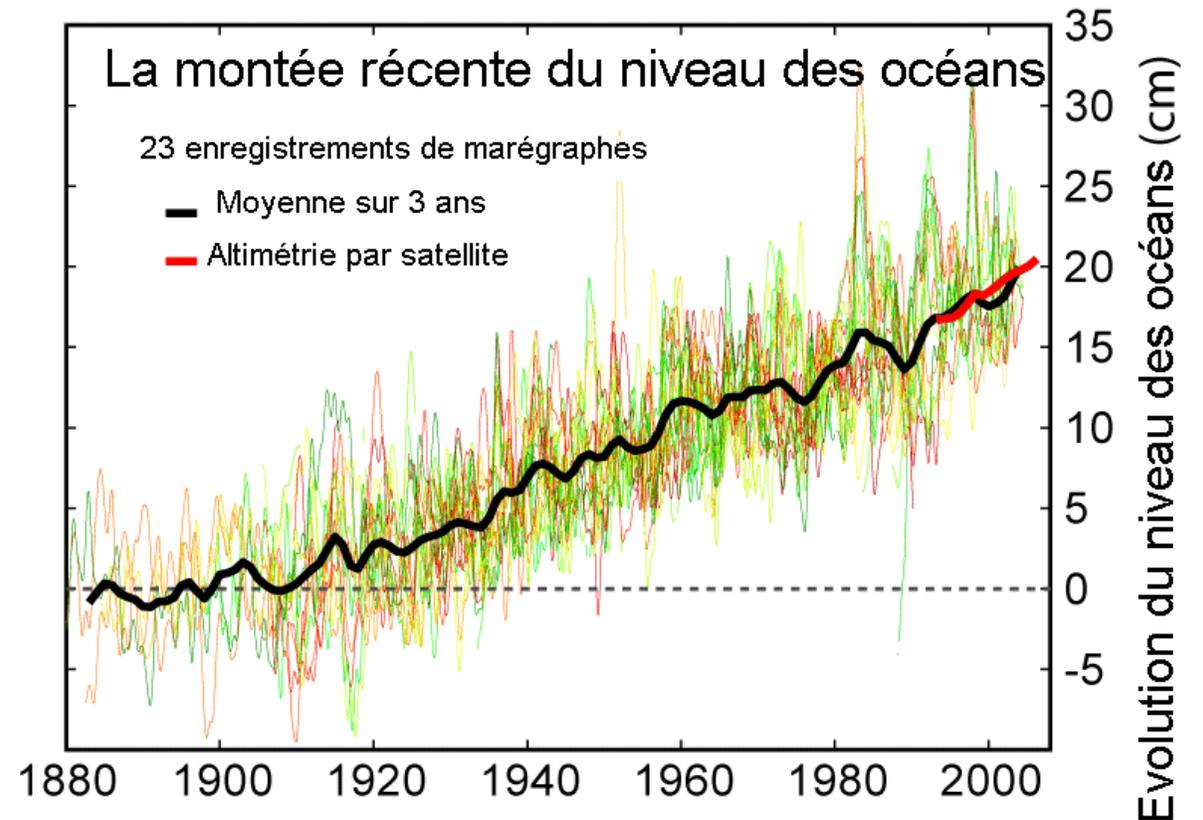
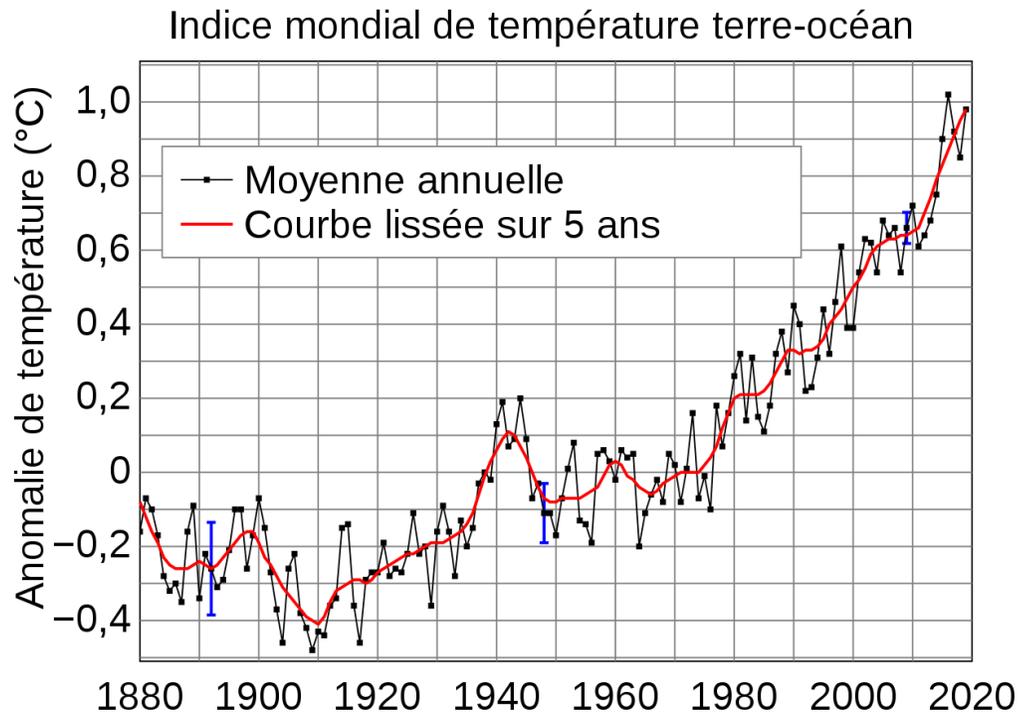
- ⇒ Latitudinal (du Sud vers le Nord)
- ⇒ Altitudinal (des plaines vers les sommets)
- ⇒ Du littoral vers l'intérieur des terres (du fait de montée des eaux, érosion du littoral, disparition des dunes etc)





Le problème...

- C'est que ce forçage anthropique est très fort et très rapide (sur quelques dizaines d'années)
- => Le **décalage pour s'adapter est beaucoup plus court** (quelques décennies au lieu de plusieurs milliers d'années)





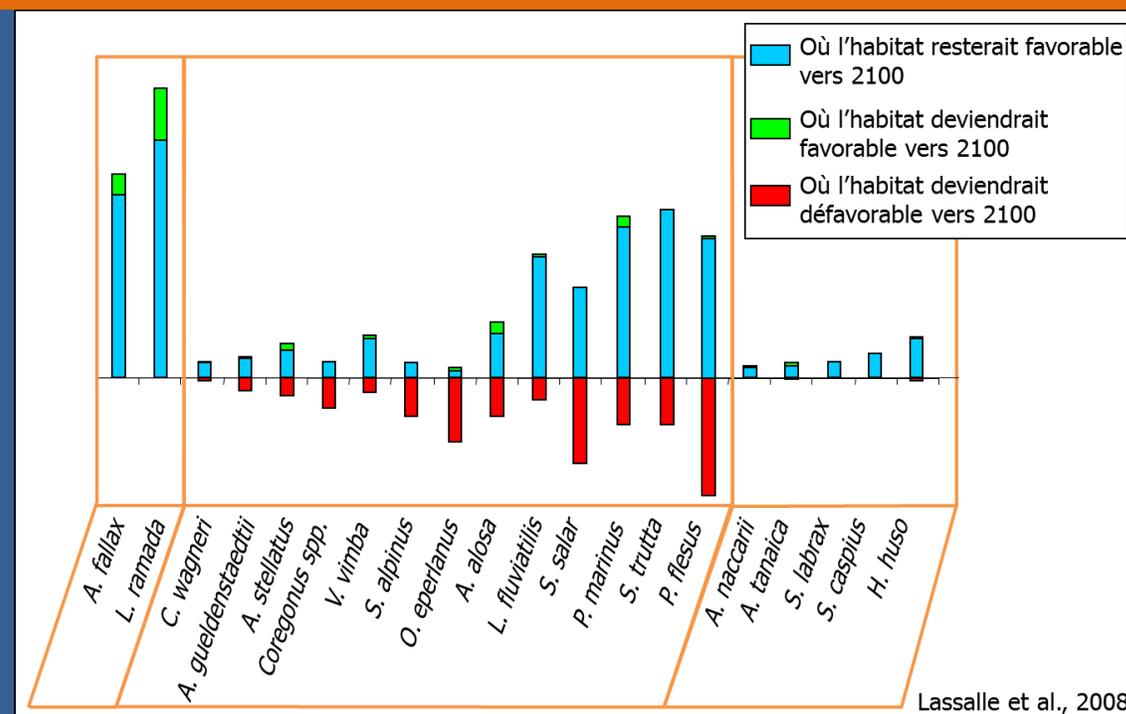
La différence avec les périodes de variations naturelles du climat

⇒ Beaucoup d'espèces ne peuvent/ne pourront pas s'adapter, pas assez ou trop tardivement

⇒ **Hétérogénéité de réponses** entre espèces selon :

- traits de vie et notamment la mobilité
- caractère spécialiste, notamment à l'habitat
- point de départ des populations

À partir des modèles de présence - absence



Lassalle et al., 2008

Dans le cas du scénario A2, de nettes pertes d'habitats favorables sont prévues à l'horizon 2100 pour 13 des espèces et quelques gains (notamment de bassins favorables islandais pour l'Alose feinte *Alosa fallax*).

Figure 23 : Prédications des habitats favorables des migrateurs amphihalins européens à l'horizon 2100 selon des modèles d'aire de distribution (scénarios d'émission de gaz à effets de serre A2 et modèle climatique global HadCM3).

Source : Lassalle et al., 2008

- Globalement, les espèces favorisées sont les espèces généralistes à fortes capacités de déplacement

- Retard voire incapacité à survivre pour les autres

Hickling *et al.*, 2006 Global Change Biology

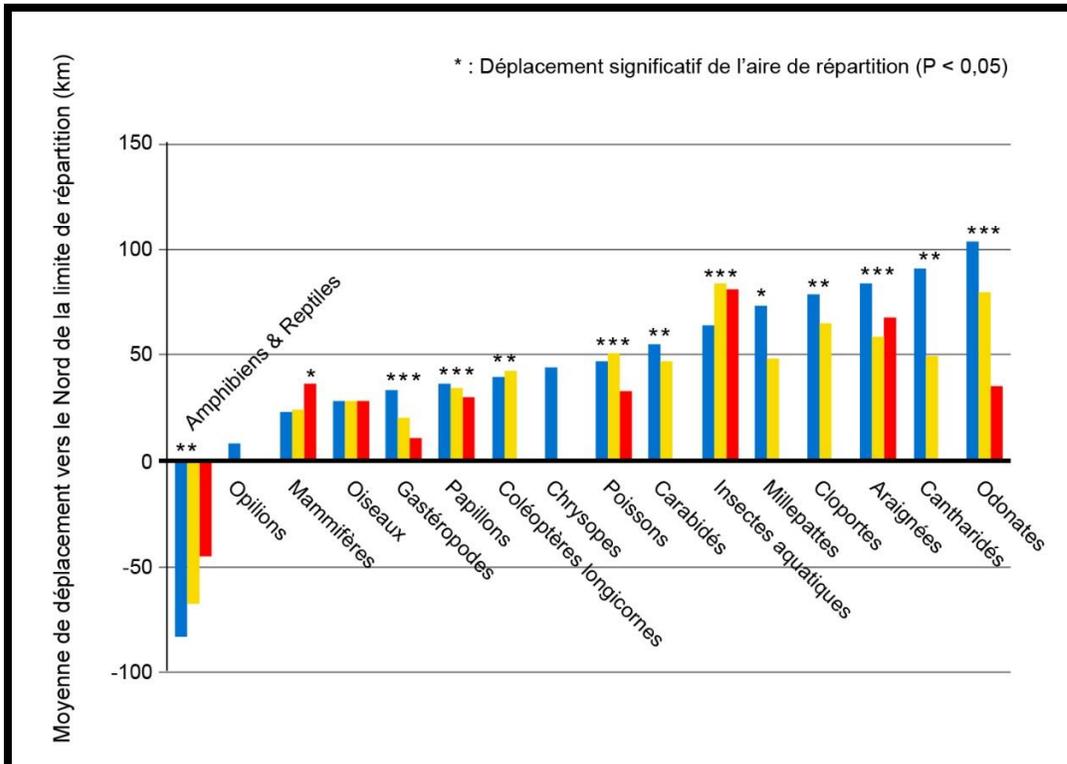
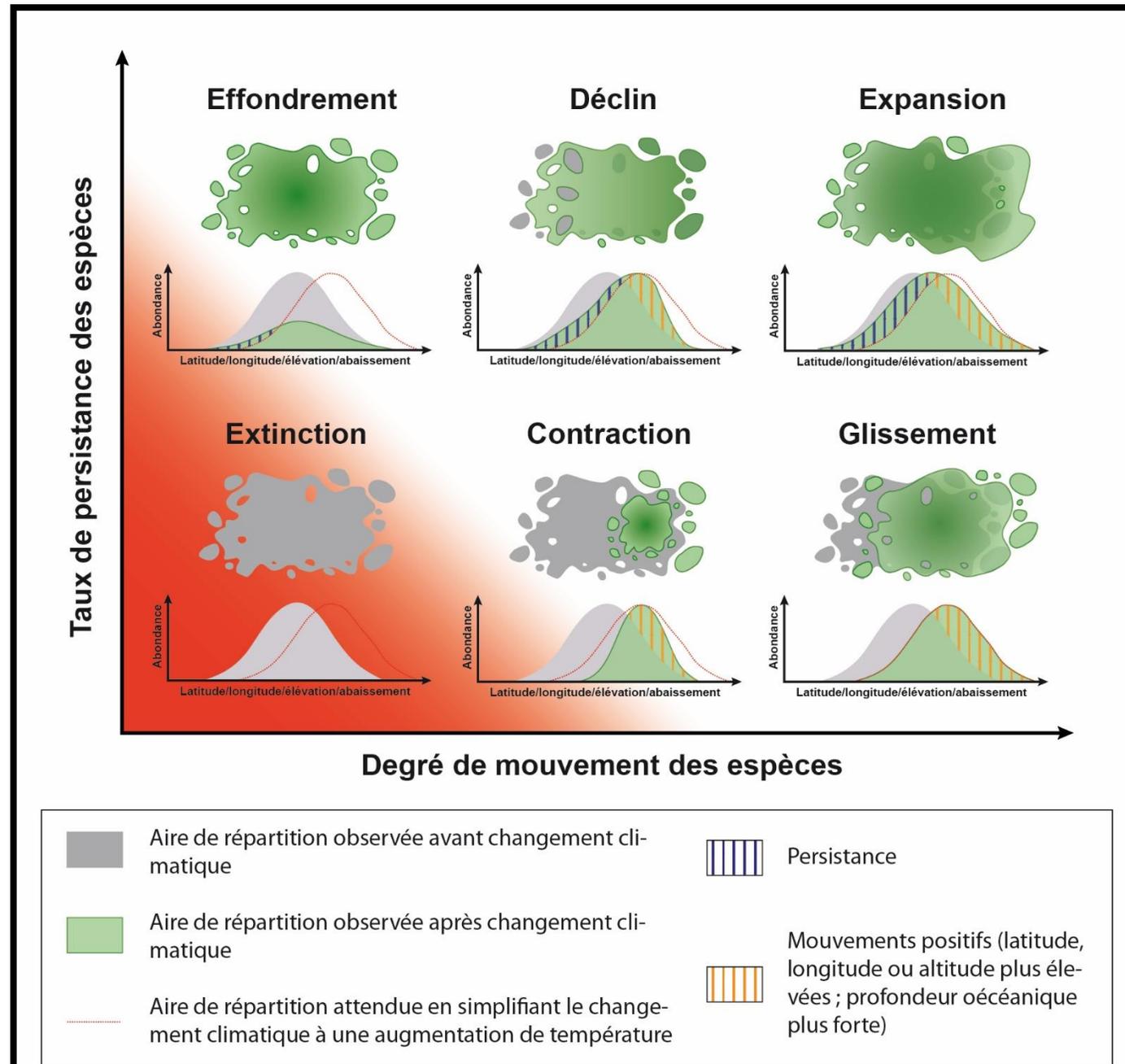
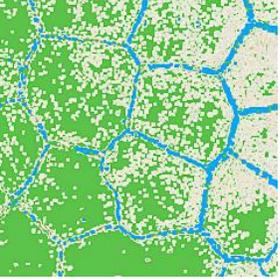


Figure 19 : Décalage de répartition pour 16 groupes biologiques.

Pour tenir compte des changements dans l'effort de prospection au cours de la période considérée, les auteurs ont produit 3 résultats avec des degrés différents de précision (bleu : moyen ; jaune : bon ; rouge : très bon).

Source : Hickling *et al.*, 2006





Le climat agit comme un filtre

- Le climat agit comme un filtre qui s'applique par-dessus les autres pressions anthropiques
- C'est le premier descripteur de la répartition des espèces à large échelle...
- ...mais d'autres pressions - telles que la fragmentation - peuvent constituer des freins à l'adaptations et même devenir prépondérantes

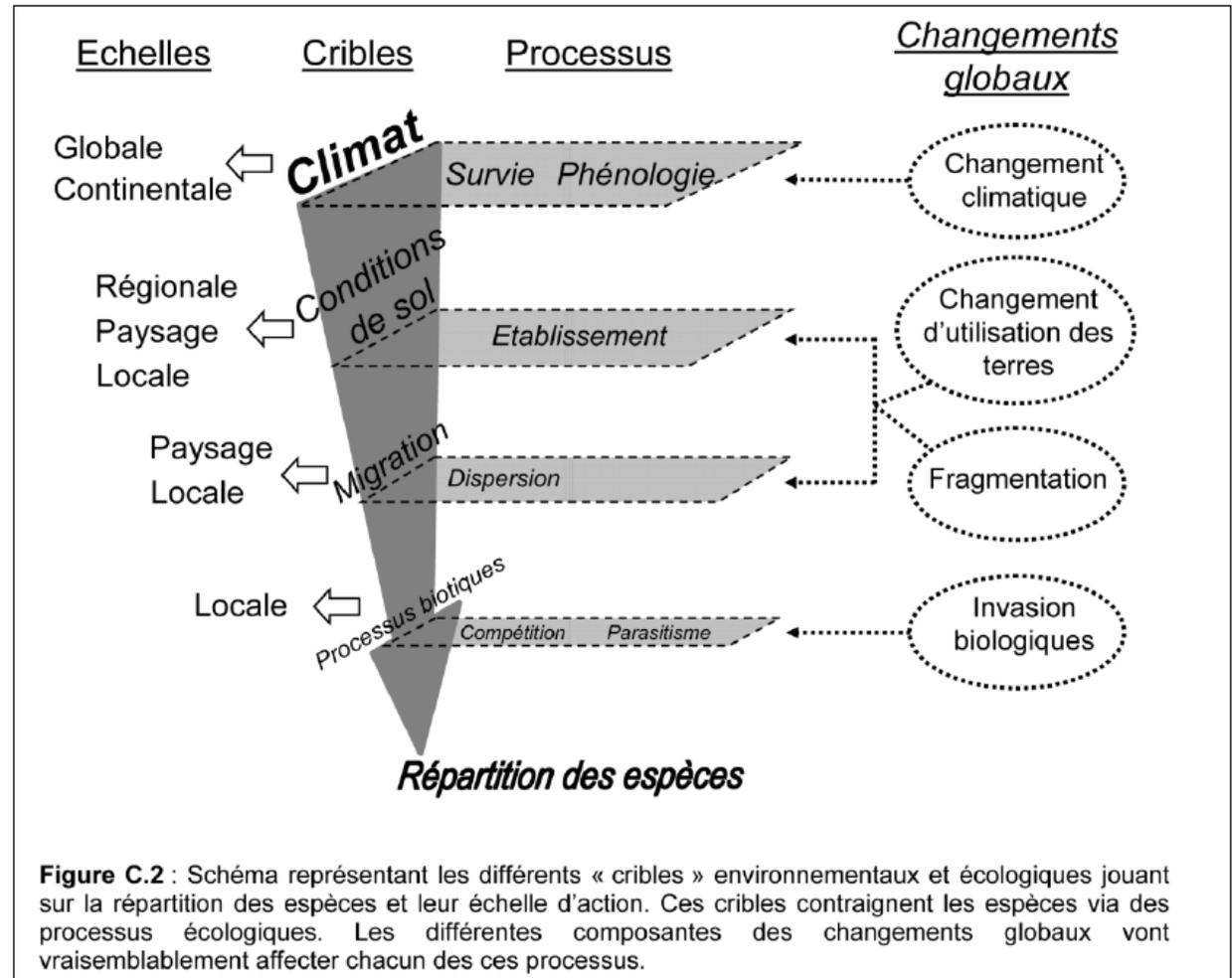
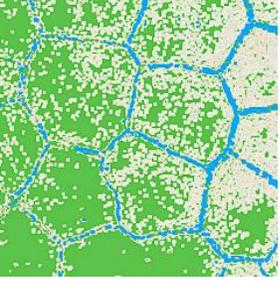


Figure 21 : Échelle d'action du changement climatique par rapport à l'ensemble des changements globaux.

Source : Morin, 2006



Exemple : Le Lézard ocellé

- Lézard des milieux ouverts thermophiles (chauds/secs)
- Réfugié dans la péninsule ibérique lors des glaciation
- Réchauffement climatique devrait être favorable à cette espèce => suggéré par les modèles climatiques
- En réalité, la modification de l'occupation du sol devient un facteur prépondérant (Grillet *et al.*, 2006 ; Cheylan & Grillet, 2005)



SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES DÉPLACEMENTS ET LES BESOINS DE CONTINUITÉS D'ESPÈCES ANIMALES



Le Lézard ocellé

Timon lepidus (Daudin, 1802)
Reptiles, Squamates, Lacertidés

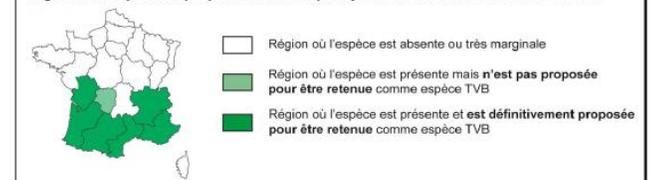


Cette fiche propose une synthèse de la connaissance disponible concernant les déplacements et les besoins de continuités écologiques du Lézard ocellé, issue de différentes sources (liste des références *in fine*).

Ce travail bibliographique constitue une base d'information pour l'ensemble des intervenants impliqués dans la mise en œuvre de la Trame verte et bleue. Elle peut s'avérer, notamment, particulièrement utile aux personnes chargées d'élaborer les Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE). Le Lézard ocellé appartient en effet à la liste des espèces proposées pour la cohérence nationale des SRCE¹.

Pour mémoire, la sélection des espèces pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue repose sur deux conditions : la responsabilité nationale des régions en termes de représentativité des populations hébergées ainsi que la pertinence des continuités écologiques pour les besoins de l'espèce. Cet enjeu de cohérence ne vise donc pas l'ensemble de la faune mais couvre à la fois des espèces menacées et non menacées. Cet enjeu de cohérence n'impose pas l'utilisation de ces espèces pour l'identification des trames régionales mais implique la prise en compte de leurs besoins de continuités par les SRCE.

Régions où l'espèce est proposée comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB



¹ Liste établie dans le cadre des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques qui ont vocation à être adoptées par décret en Conseil d'Etat en 2012.



Changement climatique et fragmentation des habitats

Synergie des deux phénomènes :

- fragmentation = frein à l'adaptation
- fragmentation accentue le réchauffement climatique

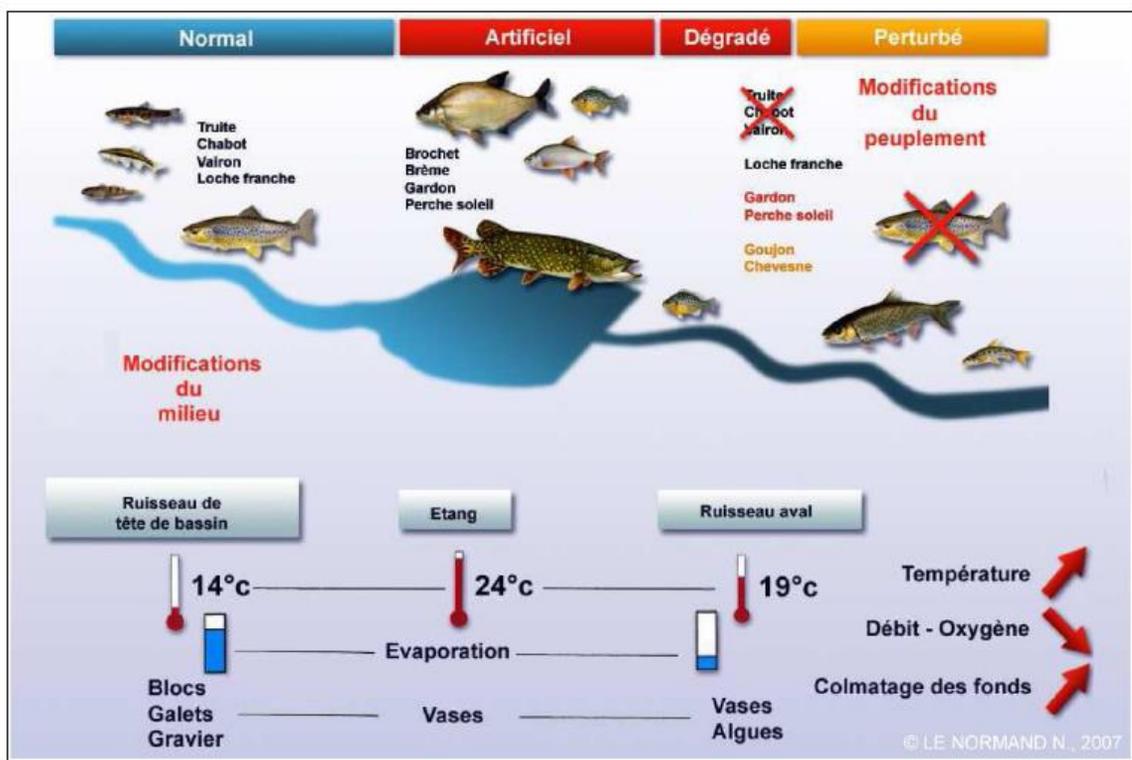


Figure 30 : La fragmentation du milieu aquatique contribue au réchauffement des eaux, en synergie avec le réchauffement climatique.

Source : Le Normand N. (2007) via D. Monnier (ONEMA)

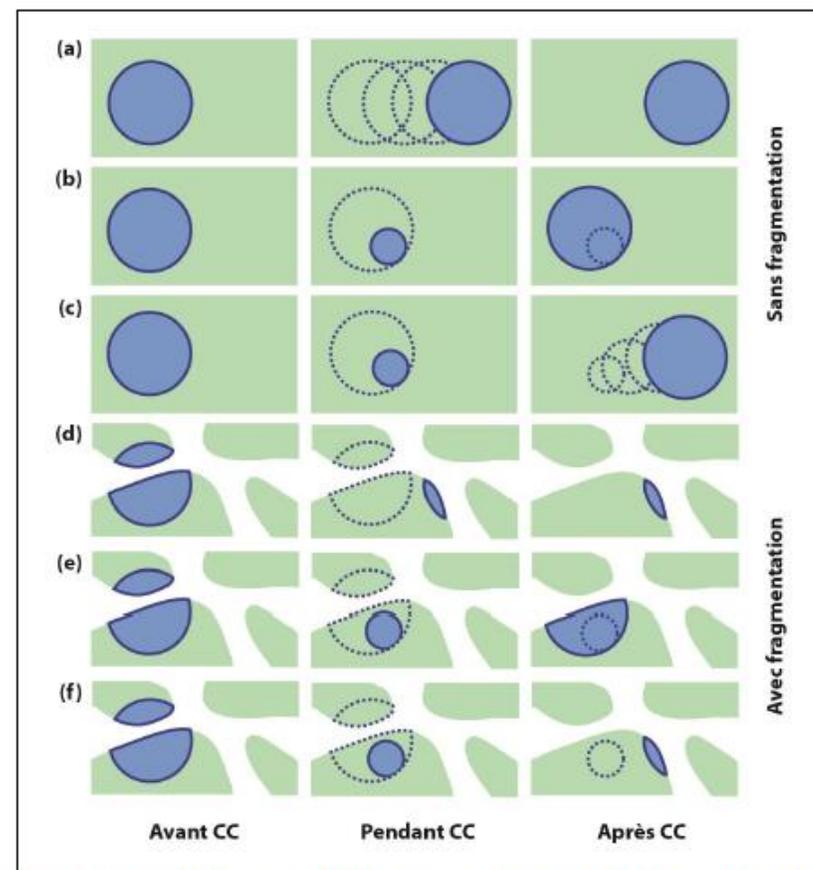


Figure 20 : Évolutions possibles de répartition d'espèces en réponse à un changement climatique, en contexte fragmenté ou pas.

En contexte non fragmenté, on constate que les aires de répartition ont globalement tendance à se contracter puis à reprendre leur ampleur initiale, même si leur localisation a pu varier. En contexte fragmenté, les répartitions ont majoritairement tendances à se retrouver moins bien représentée après changement climatique du fait des coupures initiales.

Cas A : l'aire s'est déplacée sous l'effet du changement climatique mais n'a pas varié en importance,

Cas B : l'aire s'est rétractée puis a retrouvé sa place et son ampleur initiale,

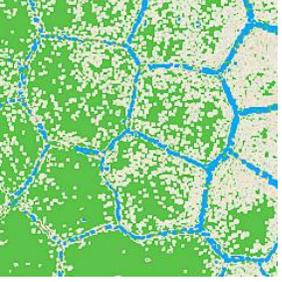
Cas C : l'aire s'est rétracté puis a retrouvé petit à petit son ampleur initiale en colonisant d'autres espaces,

Cas D : l'aire, fragmentée, s'est contractée tout en se délocalisant ; les deux fragments initiaux ont totalement disparu,

Cas E : l'aire, fragmentée, a disparu au niveau du premier fragment ; le deuxième fragment s'est contracté puis a retrouvé son ampleur initiale,

Cas F : la situation est la même que dans le cas E mais la contraction du deuxième fragment est plus importante et délocalisée.

Source : D'après Hof et al., 2011



Les manques de connaissances

- Rééquilibrer les connaissances en termes de **compartiments de biodiversité** (ex : faune du sol, sous-groupes de vertébrés, ...), de **milieux** (ex : littoral), de **dimension de la biodiversité** (souvent que diversité spécifique)
- **Un vrai sujet « modélisation »** : amélioration modèles, quantification des incertitudes, qualité des données d'entrée, choix des échelles + favoriser les études pluri-modèles/pluri-scénarios
- Nombreuses questions à résoudre sur le **rôle de la fragmentation** (plus value de la connectivité dans l'atténuation, ...) et l'ajustement spatial (ex : part réel du CC, différences marges chaudes/froides)
- Complexifier et élargir les approches :
 - **études sur les communautés** et pas que espèces (interactions, feedback, ...)
 - **études « changements globaux »** (Occupation du sol, exotiques, ...) et pas que climat (et pas seulement T°C/P : évènements extrêmes, montée des eaux, ...)
- **Echelle des sites et des aménagements** : conseil au choix d'essences végétales, aller vers des plans de gestion évolutifs et adaptatifs, favoriser les collaborations chercheurs/gestionnaires/experts, ...

SOLUTIONS PROPOSÉES



Deux publications centrales

BIOLOGICAL CONSERVATION 142 (2009) 14–32



ELSEVIER

available at www.sciencedirect.com



journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon



Review

Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations

Nicole E. Heller*, Erika S. Zavaleta

Environmental Studies Department, University of California, Santa Cruz, Santa Cruz, CA 95606, United States

Prober et al., 2019

REVIEW

Heller & Zavaleta, 2009

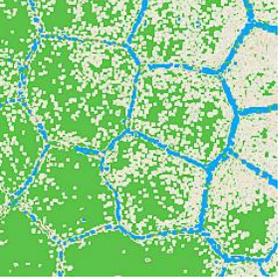
Ecological Monographs, 89(1), 2019, e01333

© 2018 The Authors. *Ecological Monographs* © 2018 The Ecological Society of America

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Shifting the conservation paradigm: a synthesis of options for renovating nature under climate change

SUZANNE M. PROBER,^{1,5} VERONICA A. J. DOERR,² LINDA M. BROADHURST,³ KRISTEN J. WILLIAMS,² AND FIONA DICKSON⁴



Grands types d'actions

- les stratégies dites « **sans regret** » : à mettre en place pour préserver la biodiversité, avec ou sans changement climatique (ex : mise en œuvre des corridors écologiques).
- les stratégies dites « **proactives** » : intervention forte de la part de l'homme face au changement climatique (ex : la translocation).
- « **augmenter la capacité d'adaptation** » des espèces et des milieux, ce qui désigne les stratégies visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels contre les effets du changement climatique
- « **éviter/limiter les changements** », ce qui correspond à la politique ERC en France – c'est-à-dire à la prise en compte de l'environnement le plus tôt possible dans la conception d'un projet et avec une priorité donnée à l'évitement des impacts tout d'abord, puis à la réduction ensuite, et enfin à la compensation des impacts résiduels le cas échéant

		Evade or ameliorate				
		QUADRANT A		QUADRANT B		
		1A. <i>Ameliorate changing temperature, water availability or sea levels by renovating degraded ecosystems</i> 2A. <i>Adjust changing disturbance regimes by managing fire or grazing regimes</i> 3A. <i>Evade or alleviate deteriorating plant establishment conditions</i> 4A. <i>Ameliorate loss of functions through active in situ selection of resilient functional species</i>		1B. <i>Ameliorate changing temperature, water availability or sea levels by engineering environments</i> 2B. <i>Adjust changing disturbance regimes using physical or chemical interventions</i> 4B1-3. <i>Ameliorate loss of functions through non-local provenance introductions, non-local species introductions or engineered structures</i>		
'Low-regrets' options		QUADRANT C		QUADRANT D	'Climate-targeted' options	
		5C. <i>Promote in situ genetic adaptation by managing for genetic diversity</i> 6C1-3. <i>Insure against loss of species and functions via local diversity, spatial redundancy or preparedness</i> 7C1-2. <i>Optimize habitat availability by maximising current and future representativeness or conserving refugia</i> 8C1-2. <i>Assist dispersion to suitable habitat by optimising connectivity or heterogeneity</i> 9C1-2. <i>Alleviate non-climatic anthropogenic stressors by ameliorating exotics or anthropogenic degradation</i>		5D. <i>Promote in situ genetic adaptation using genetic interventions</i> 6D. <i>Insure against loss of functions by promoting non-local species and functional diversity</i> 8D. <i>Assist dispersion to suitable habitat using assisted colonization</i> 9D. <i>Alleviate natural stressors to help species withstand climate stress</i>		
				Build adaptive capacity		



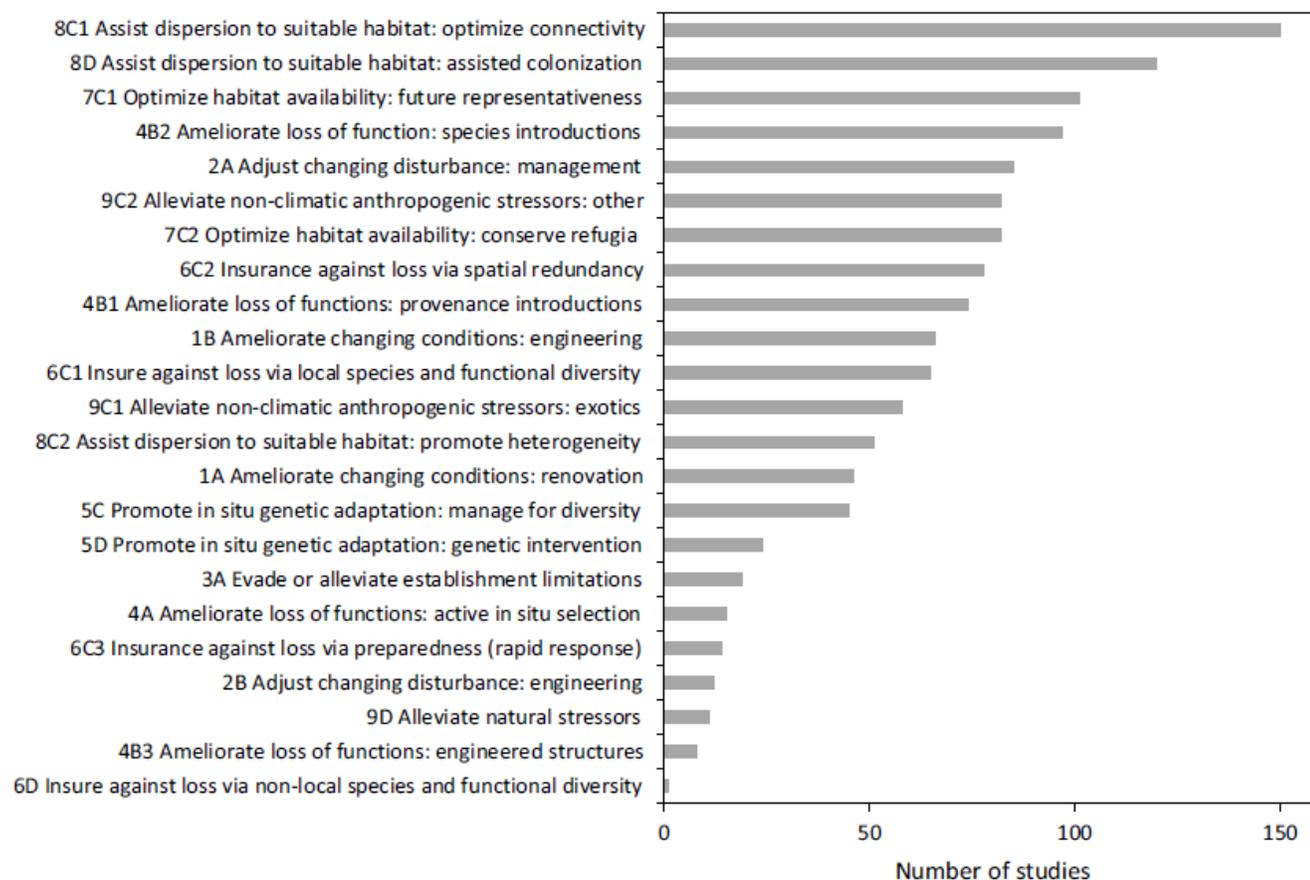
Les mesures les plus souvent préconisées

Heller & Zavaleta, 2009

Table 1 – List of recommendations for climate change adaptation strategies for biodiversity management assembled from 112 scholarly articles. 524 records were condensed into 113 recommendation categories and are ranked by frequency of times cited in different articles.

Rank	Recommendation	No. articles	References
1	Increase connectivity (design corridors, remove barriers for dispersal, locate reserves close to each other, reforestation)	24	Beatley (1991), Chambers et al. (2005), Collingham and Huntley (2000), Da Fonseca et al. (2005), de Dios et al. (2007), Dixon et al. (1999), Eeley et al. (1999), Franklin et al. (1992), Guo (2000), Halpin (1997), Hulme (2005), Lovejoy (2005), Millar et al. (2007), Morecroft et al. (2002), Noss (2001), Opdam and Wascher (2004), Rogers and McCarty (2000), Schwartz et al. (2001), Scott et al. (2002), Shafer (1999), Welch (2005), Wilby and Perry (2006) and Williams (2000)
2	Integrate climate change into planning exercises (reserve, pest outbreaks, harvest schedules, grazing limits, incentive programs)	19	Araujo et al. (2004), Chambers et al. (2005), Christensen et al. (2004), Dale and Rauscher (1994), Donald and Evans (2006), Dyer (1994), Erasmus et al. (2002), Hulme (2005), LeHouerou (1999), McCarty (2001), Millar and Brubaker (2006), Peters and Darling (1985), Rounsevell et al. (2006), Scott and Lemieux (2005), Scott et al. (2002), Soto (2001), Staple and Wall (1999), Suffling and Scott (2002) and Welch (2005)
3	Mitigate other threats, i.e. invasive species, fragmentation, pollution	17	Bush (1999), Chambers et al. (2005), Chornesky et al. (2005), Da Fonseca et al. (2005), de Dios et al. (2007), Dixon et al. (1999), Halpin (1997), Hulme (2005), McCarty (2001), Noss (2001), Opdam and Wascher (2004), Peters and Darling (1985), Rogers and McCarty (2000), Shafer (1999), Soto (2001), Welch (2005) and Williams (2000)
4	Study response of species to climate change physiological, behavioral, demographic	15	Alongi (2002), Chambers et al. (2005), Crozier and Zabel (2006), Dyer (1994), Erasmus et al. (2002), Fukami and Wardle (2005), Gillson and Willis (2004), Honnay et al. (2002), Hulme (2005), Kappelle et al. (1999), McCarty (2001), Mulholland et al. (1997), Noss (2001), Peters and Darling (1985) and Swetnam et al. (1999)
	Practice intensive management to secure populations	15	Bartlein et al. (1997), Buckland et al. (2001), Chambers et al. (2005), Chornesky et al. (2005), Crozier and Zabel (2006), Dixon et al. (1999), Dyer (1994), Franklin et al. (1992), Hulme (2005), Morecroft et al. (2002), Peters and Darling (1985), Soto (2001), Thomas et al. (1999), Williams (2000) and Williams et al. (2005)
	Translocate species	15	Bartlein et al. (1997), Beatley (1991), Chambers et al. (2005), de Dios et al. (2007), Halpin (1997), Harris et al. (2006), Honnay et al. (2002), Hulme (2005), Millar et al. (2007), Morecroft et al. (2002), Pearson and Dawson (2005), Peters and Darling (1985), Rogers and McCarty (2000), Schwartz et al. (2001), Shafer (1999) and Williams et al. (2005)
5	Increase number of reserves	13	Burton et al. (1992), Dixon et al. (1999), Hannah et al. (2007), Hughes et al. 2003, LeHouerou (1999), Lovejoy (2005), Peters and Darling (1985), Pyke and Fischer (2005), Scott and Lemieux (2005) (2007), van Rensburg et al. (2004), Wilby and Perry (2006) and Williams et al. (2005)

Prober et al., 2019



LES RÉSEAUX ÉCOLOGIQUES

Qu'est-ce qu'un réseau écologique ?

- Ensemble de milieux naturels en bon état et connectés => des **noyaux** (réservoirs de biodiversité) reliés par des **corridors** (modèle issu de l'écologie du paysage)
- Garantir la **perméabilité du paysage** qui permet les déplacements de la faune et de la flore (lutte contre la fragmentations des habitats)

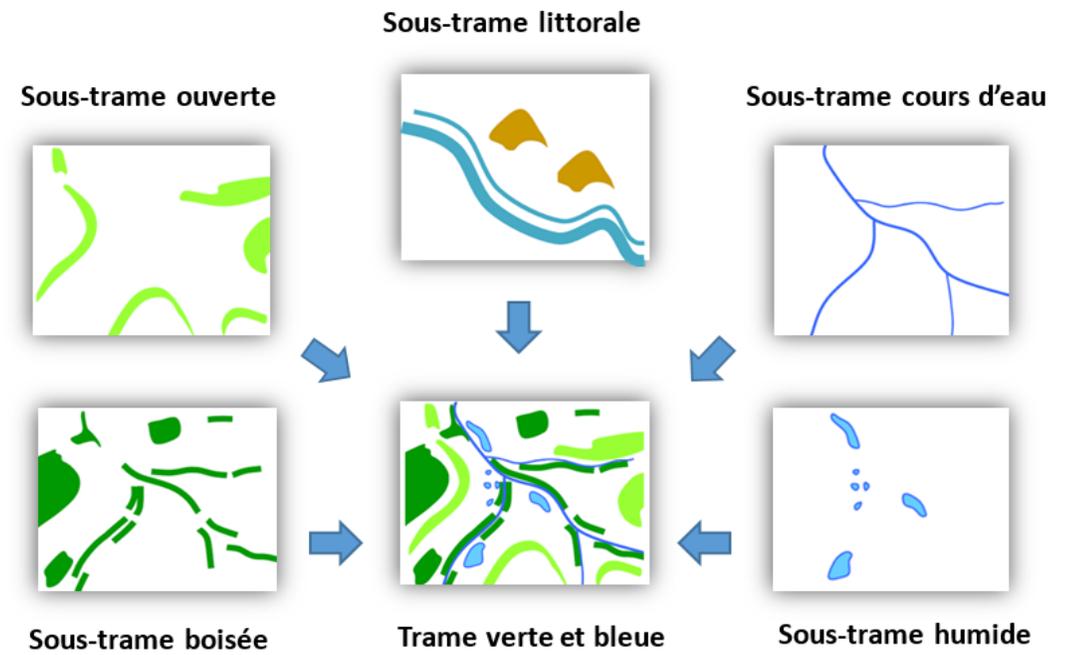
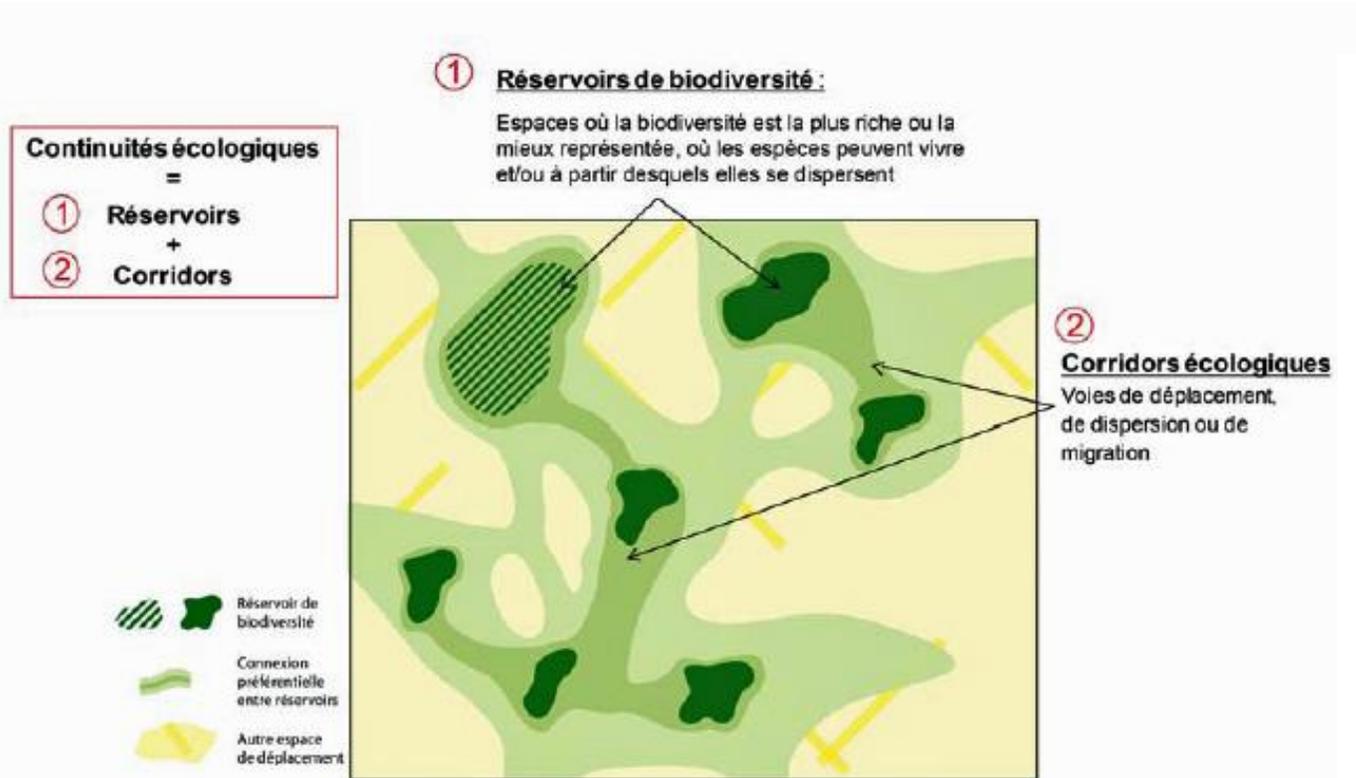
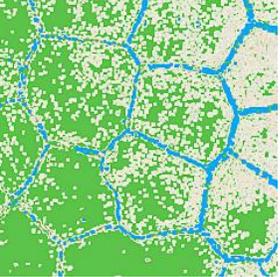
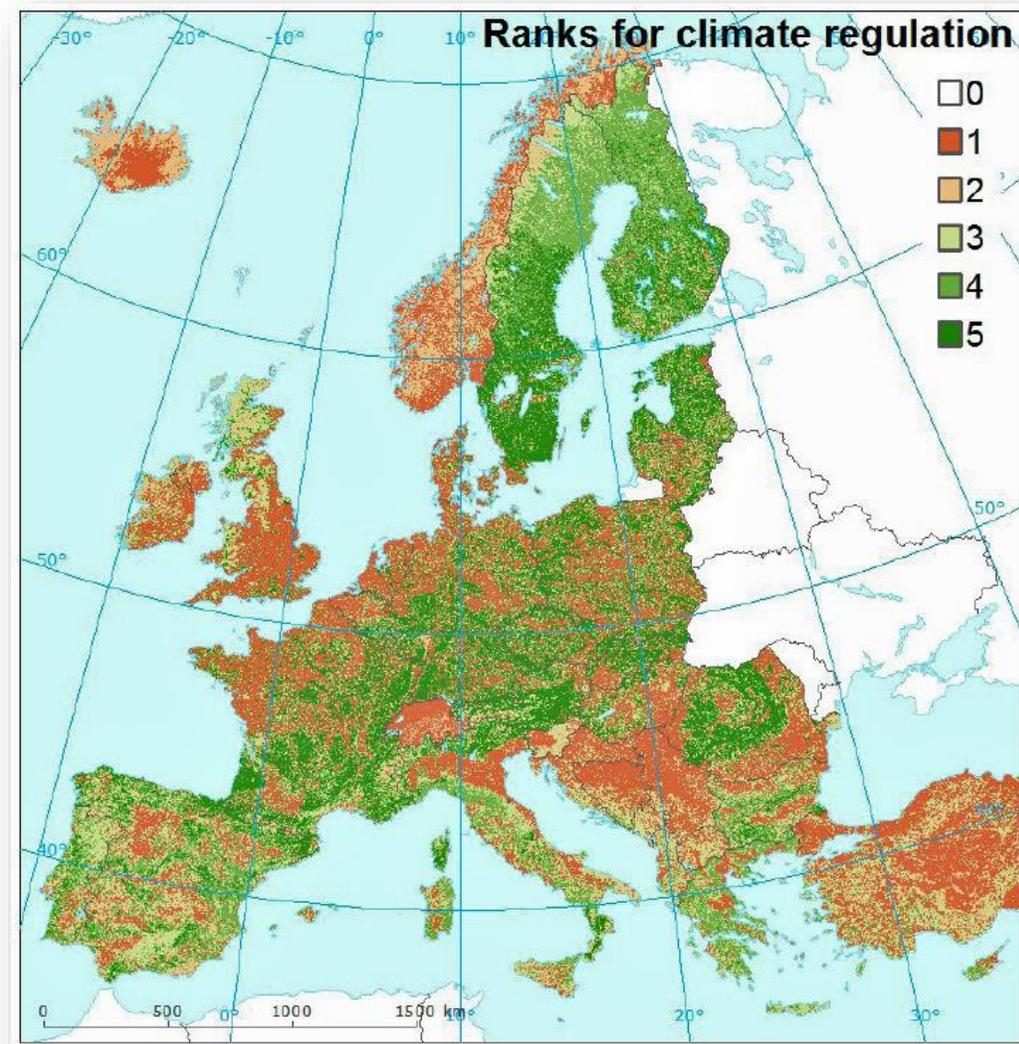


Figure 1: Les cinq sous-trames nationales (Source : MNHN-SPN 2016, d'après Allag-Dhuisme & al, 2010)



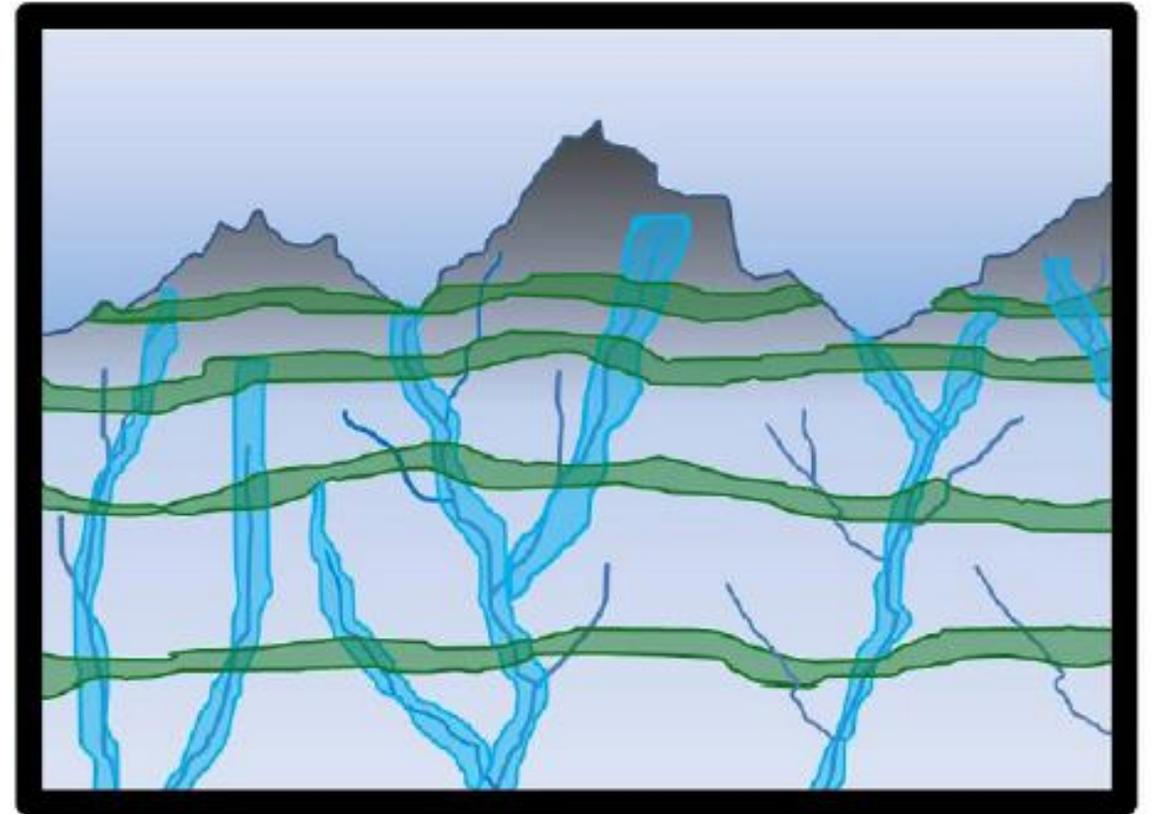
Rôle des réseaux écologiques pour l'adaptation spatiale

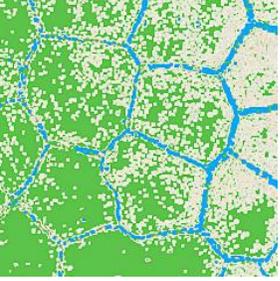
- Solution très mise en avant dans la littérature (Heller & Zavaleta, 2009 ; Prober et al., 2019)
- Les noyaux du réseau constituent des **espaces tampons, zones refuges et relais**
- Les corridors **facilitent l'ajustement spatial** (Urban et al., 2013)
- Les réseaux **augmentent la résistance et la résilience** (ex : Serra-Diaz et al., 2015)
- Ils participent aussi à l'**atténuation du changement climatique lui-même** (ex : EEA, 2014 ; Jantz et al., 2014)



Rôle des corridors : supports de déplacements

- Efficacité pour la migration d'espèces (Hardy et al 2010, Krosby *et al.*, 2010, Dyer, 1994, Olson *et al.* 2009)
- Importance des espaces relais intermédiaires entre grandes aires protégées pour garantir des « haltes » pendant l'ajustement spatial (Hannah 2011)
- Besoin de corridors longitudinaux et altitudinaux (Townsend & Masters 2015)

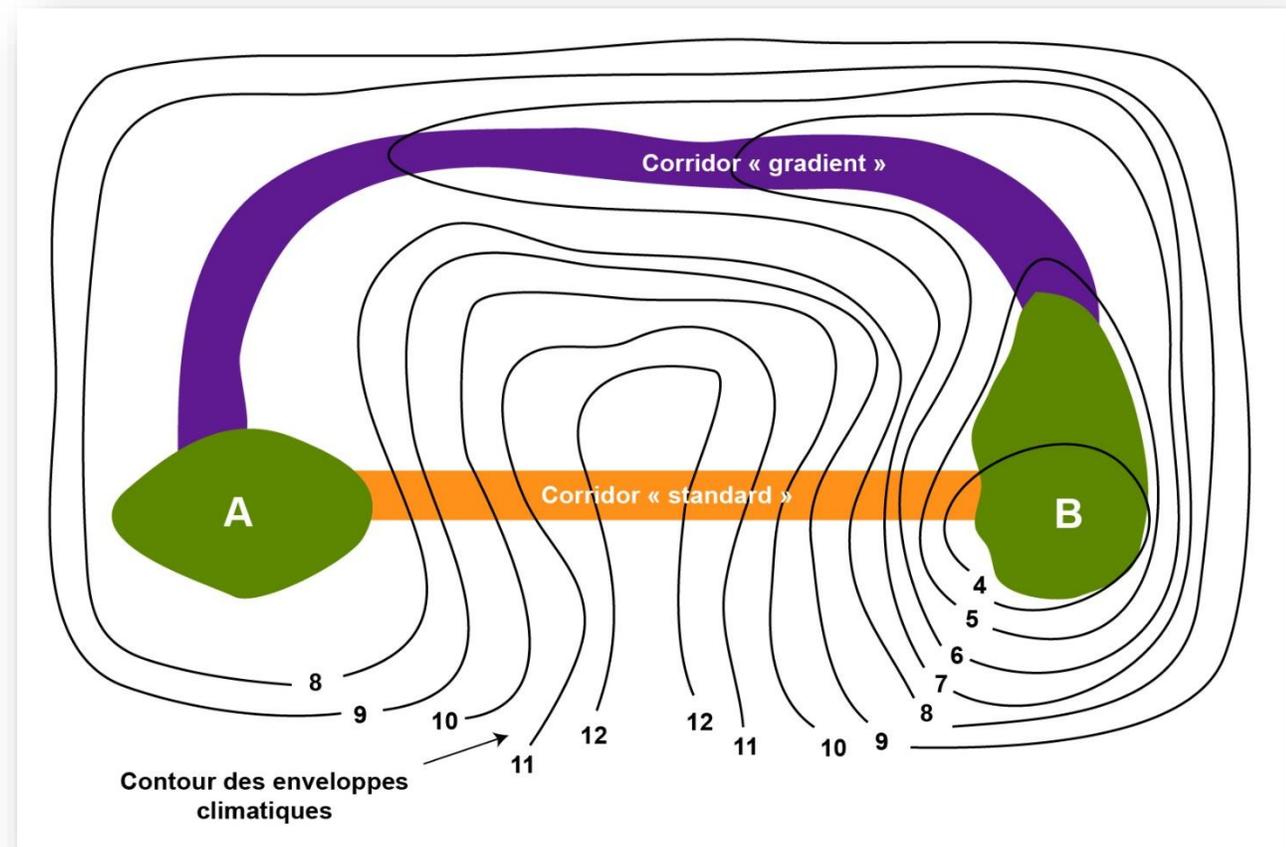




Orienter les corridors dans les « bon sens »

Nunez *et al.*, 2013 Conservation Biology

- Concept de corridor « pour plus tard » : chemin de moindre coût en tenant compte des enveloppes climatiques
- Ne doit pas exclure l'identification habituelle de corridors « pour maintenant »





Le débat sur les aires protégées

- Le changement climatique modifie les aires de répartition des espèces...
- Or, les aires protégées sont fixes

⇒ Les AP ne vont-elles pas devenir obsolètes (ne plus héberger les espèces qu'elles devaient protéger) ?



Quelques exemples d'études en ce sens

Araujo et al. (2011) : vers 2080, environ 60 % des espèces devraient avoir perdu un climat favorable dans les aires protégées qui les abritent actuellement

Kharouba & Kerr (2010) : pas de différence dans les changements de composition et de richesse dans les cortèges de papillons du Canada entre les espaces protégés et ceux qui ne le sont pas

Vieilledent et al. (2013) : efficacité des aires protégées très limitée à Madagascar pour trois espèces de Baobab dont la répartition future ne sera que très peu couverte par le réseau actuel, qui est probablement peu représentatif des conditions environnementales de Madagascar.



Points de vigilance sur ce type d'analyses

1. Effectuer les analyses à l'échelle de l'ensemble du réseau considéré
2. Différencier les **résultats par milieux ou espèces** car les sensibilités sont différentes
3. Faire la part des choses entre une **inefficacité de l'outil « aire protégée » lui-même et la représentativité du réseau actuel** qui peut effectivement nécessiter d'être améliorée pour prendre en compte le critère nouveau du changement climatique



A l'échelle des réseaux

- Leach et al. (2013) : en Égypte, pour certaines aires protégées la richesse spécifique en mammifères et papillons va augmenter, alors que pour d'autres elle va décroître significativement
- Hole et al. (2009) : modélisation des modifications d'aires de répartition, attendues dans les années à venir, pour l'avifaune nicheuse en Afrique Sub-saharienne. La persistance des espèces sur la globalité du réseau reste à un niveau élevé : environ 90 % des espèces conservent au moins une aire protégée où elles sont présentes actuellement et où le climat restera compatible pour elles. Pour 7-8 espèces prioritaires « seulement », le climat qui leur est favorable ne sera plus représenté sur l'ensemble du réseau.
- Johnston *et al.* (2013) : modélisation de l'évolution des population d'oiseaux d'Europe de l'ouest dans les années à venir et ont comparé ces nouvelles aires de répartition avec le réseau britannique d'aires protégées. Le réseau permettra de conserver en abondance suffisante les espèces étudiées dans leur répartition future.



Les aires protégées : des zones...

...où le déclin est moindre qu'en dehors

- Virkkala *et al.* (2013) : déclin des populations d'oiseaux étudiés en Finlande est plus important en dehors des aires protégées qu'à l'intérieur de ces zonages, pour les espèces de milieux forestiers, de tourbières et de montagnes.
- Taylor et al 2011 : Comparaison des tendances de population pour 841 espèces terrestres menacées en Australie et les mesures UICN (notamment espaces protégés) => Les populations en croissance ou stables sont superposées aux espaces strictement protégés.

...où la colonisation est plus facile

Lawson *et al.* (2014) : pour des papillons, la probabilité de colonisation est trois fois supérieure dans les aires protégées par rapport aux espaces non protégés, à milieux équivalents (attitude pro-active de conservation et de gestion des AP qui améliorent la survie des espèces et la qualité des milieux).



L'environnement proche de l'aire protégée (zone tampon)

L'efficacité des aires protégées n'est pas liée uniquement à ce qui se passe en leur sein mais dépend aussi de la matrice environnante.

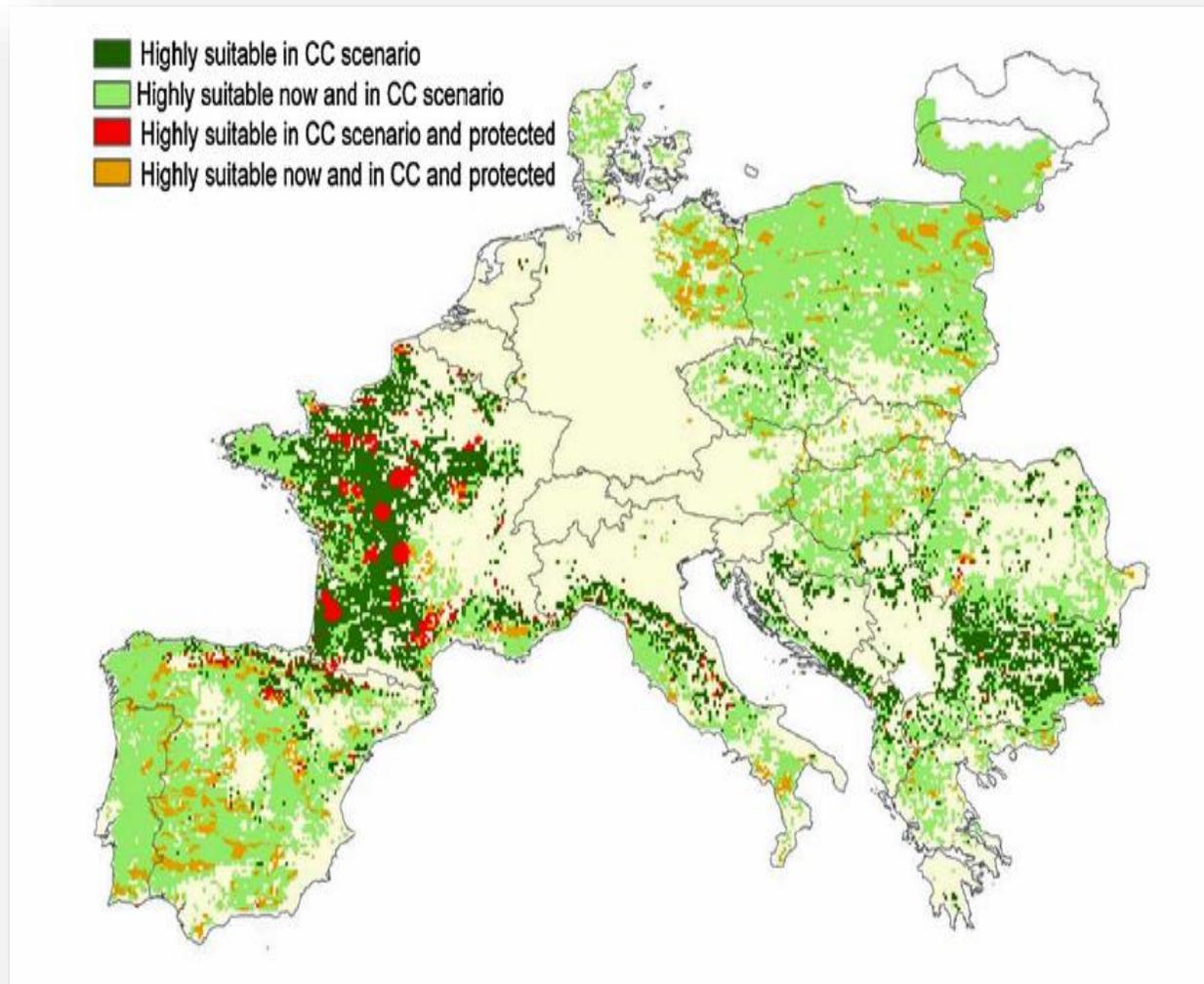
Beaumont & Duursma (2012) : Modélisation de l'évolution de l'occupation du sol dans un tampon de 50 km autour des aires protégées d'ici à 2100 selon plusieurs scénarios possibles

- ⇒ Efficacité des aires protégées en termes de conservation influencée par la qualité et les caractéristiques de la matrice paysagère autour de ces aires.
- ⇒ La fragmentation des paysages adjacents peut interrompre les flux écologiques à travers les aires protégées et faire décroître la capacité des espèces à ajuster leur aire de répartition face au changement climatique

Effectuer des tests de « complétude »

Cianfrani *et al.*, 2011 Biological conservation

- Evaluation de réseaux d'aires protégées pour s'assurer de leur représentativité/complétude dans un contexte de changement global (et pas que climatique)
- Superposition projections de répartitions / zonages
- Choisir une guildes d'espèces représentative (milieux, affinité T°C, ...)





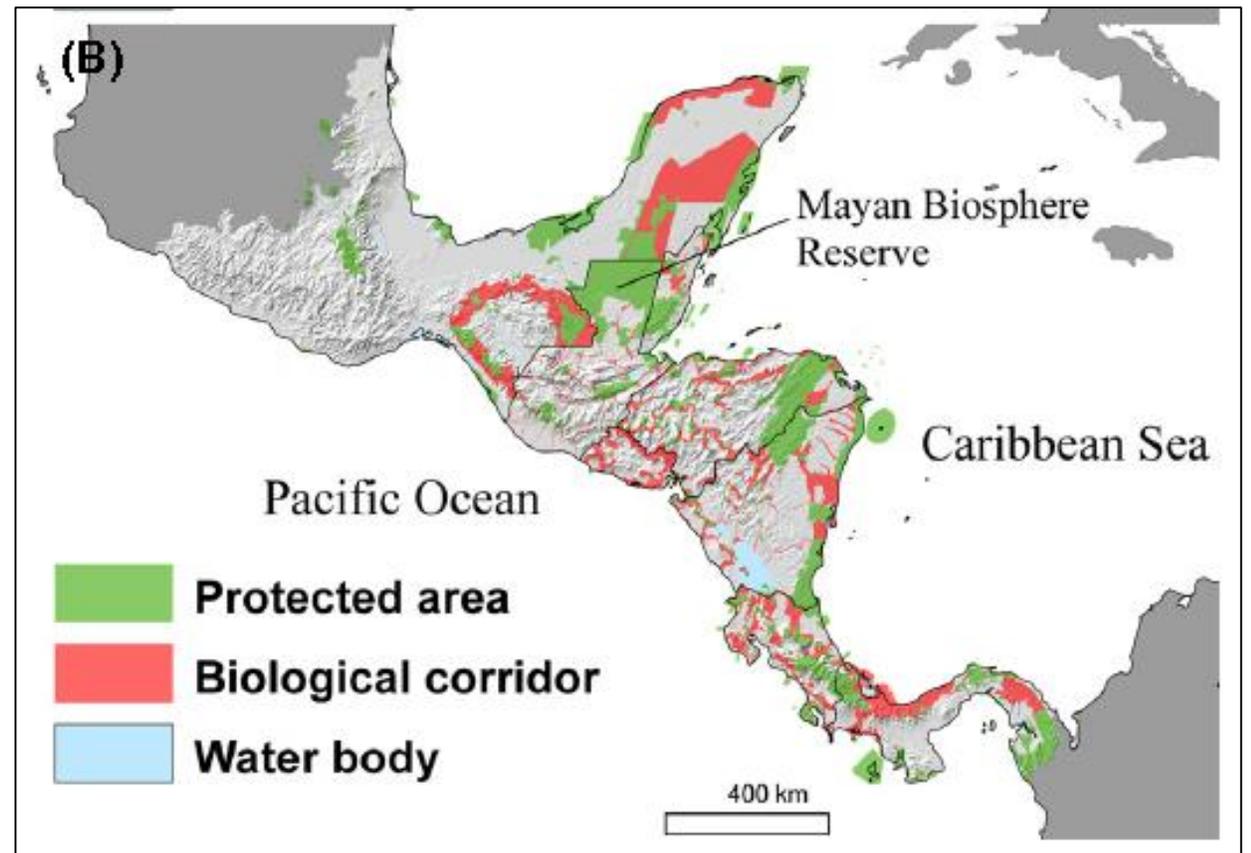
En conclusion

- ⇒ La **persistance est assurée la plupart du temps si l'on considère le réseau d'aires protégées dans son ensemble** (Leach et al. 2013, Hole et al. 2009, Johnston et al. 2013, Gauzière et al 2016, Zolkos et al 2015)
- ⇒ Dans certains cas de **nouvelles AP doivent être désignées** pour compléter les actuels afin de **conserver leur représentativité dans le futur** (Pyke et al. 2005, Lin et al 2014, Pavon-Jordan et al 2015)
- ⇒ Même si les espèces pour lesquelles elles ont été désignées disparaissent, **les aires protégées restent des lieux riches en biodiversité, grâce à la colonisation facilitée pour d'autres espèces patrimoniales** (Thomas et al 2015, Taylor et al 2011, Lawson et al. 2014, Virkkala et al 2014, Alarcón & Cavieres 2015)
- ⇒ Les AP offrent une **bonne résilience** : décroissance des populations dans un futur proche puis réaugmentation ensuite (Leach et al, 2013)
- ⇒ Les aires protégées participent fortement à **l'atténuation même du changement climatique par la captation du CO2** (Soares-Filho et al., 2010)

Complémentarité corridors/AP

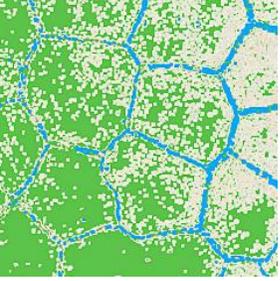
- Imbach *et al.* (2013)
 - Amérique centrale
 - Test sur aires protégées avec et sans corridor dans l'atténuation de ces impacts.
- ⇒ Sans corridor : les aires protégées sont impactées notamment celles pour lesquelles le climat futur est le plus différent du climat actuel. La taille des aires protégées n'a étonnement pas d'influence.
- ⇒ Avec corridors : Impacts atténués. Le corridor le plus efficace est celui qui relie les aires protégées les plus grandes et qui présente un gradient altitudinal fort.

Espèces regroupées par traits de vie (notamment la vitesse de dispersion) : les espèces à dispersion rapide sont logiquement celles qui résistent le mieux au changement climatique en empruntant les corridors pour diffuser entre aires protégées.



Scriven et al (2015) : Borneo => c'est le manque de corridors entre AP qui rendra les AP inefficaces dans la perspective du changement climatique du fait de leur isolement le long du gradient altitudinal

EN FRANCE : LA TRAME VERTE ET BLEUE



Orientations nationales TVB

Document-cadre intitulé « orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques »

Approuvé par le

Décret n°2014-45 du 20/01/2014 puis du 17/12/2019

Comprend des éléments de cadrage sur la TVB (objectifs, contenu des SRCE, ...) ainsi que des enjeux permettant d'assurer une cohérence nationale de la Trame verte et bleue

ANNEXE

DU DÉCRET PORTANT ADOPTION DES ORIENTATIONS NATIONALES
POUR LA PRÉSERVATION ET LA REMISE EN BON ÉTAT DES
CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

DOCUMENT-CADRE

ORIENTATIONS NATIONALES POUR LA PRÉSERVATION
ET LA REMISE EN BON ÉTAT DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

Article L. 371-2 du code de l'environnement

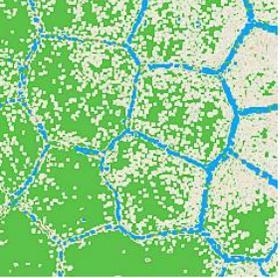
Partie 1 - Choix stratégiques de nature à contribuer à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques	2
1. La Trame verte et bleue : définitions.....	2
2. La Trame verte et bleue : objectifs.....	4
3. La Trame verte et bleue : dix grandes lignes directrices pour sa mise en œuvre	7

Partie 2 - Guide méthodologique	12
1. Enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques : pour une cohérence écologique de la Trame verte et bleue à l'échelle nationale	12
1.1 Enjeux relatifs à certains espaces protégés ou inventoriés.....	12
1.2 Enjeux relatifs à certaines espèces	15
1.3 Enjeux relatifs à certains habitats	16
1.4 Les continuités écologiques d'importance nationale	16
2. Elaboration des schémas régionaux de cohérence écologique : pour une cohérence en termes d'objectifs et de contenu	17
2.1 Diagnostic du territoire régional et présentation des enjeux régionaux relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques	17
2.2 Présentation de la Trame verte et bleue régionale	18
2.3 Plan d'action stratégique	20
2.4 Atlas cartographique.....	23
2.5 Dispositif de suivi et d'évaluation.....	24
3. Elaboration des schémas régionaux de cohérence écologique pour les départements d'outre-mer	25

Annexes :	26
Annexe 1 : Liste d'espèces sensibles à la fragmentation dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue	27
Annexe 2 : Liste d'habitats naturels de la directive n° 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 jugés sensibles à la fragmentation dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue.....	38
Annexe 3 : Description des continuités écologiques d'importance nationale pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue.....	45
Annexe 4 : Prescriptions pour l'atlas cartographique du schéma régional de cohérence écologique	69

Orientations nationales TVB

Sordello *et al.*, 2011



Constitution de cartes nationales de grandes continuités écologiques en prenant en compte le changement climatique pour certains milieux (ouverts notamment)

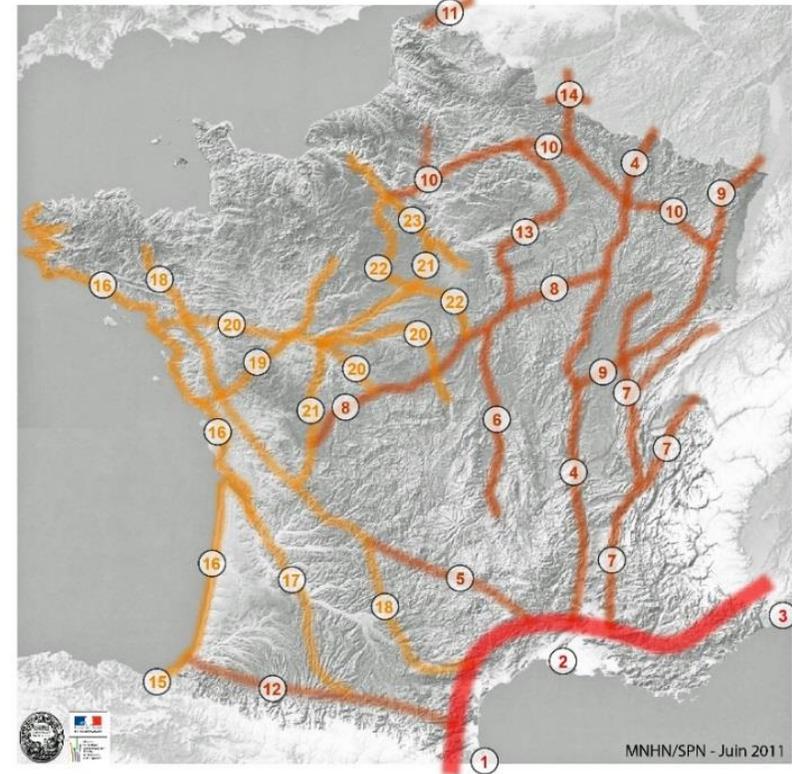
Figure 2 : Illustration des continuités écologiques d'importance nationale de milieux ouverts frais à froids pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue



- | | |
|--|--|
| <p>Grands massifs montagneux</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Massif des Pyrénées. ② Massif central. ③ Massif des Alpes, du Jura et des Vosges. <p>Hors grands massifs montagneux</p> <ul style="list-style-type: none"> ④ Continuité reliant la chaîne des Pyrénées au Massif central, se scindant en deux. ⑤ Continuité reliant les Alpes au Massif central à laquelle se raccroche une branche partant du Nord de Marseille. | <ul style="list-style-type: none"> ⑥ Continuité reliant les Alpes au Massif central au Sud de Lyon. ⑦ Continuité longeant les contreforts du Massif central dans sa partie Nord puis rejoignant la vallée de Germigny. ⑧ Continuité dans le prolongement de la continuité 7 passant par la vallée du Loing, Puisaye et Pays fort. Elle atteint le nord de la Champagne-Ardenne en traversant l'est de l'Île-de-France. ⑨ Continuité traversant la Champagne-Ardenne du Sud au Nord. ⑩ Continuité partant de l'ouest de la région Centre et remontant jusqu'à la frontière belge par la limite Champagne-Ardenne/Lorraine. ⑪ Continuité partant du Massif central au Sud de la Bourgogne et allant jusqu'à la frontière allemande en longeant l'Ouest de Dijon, le Sud Champagne-Ardenne et rejoignant la vallée de la Moselle. |
|--|--|

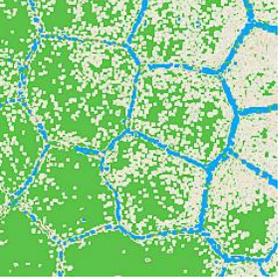
NB : Cette illustration, compte tenu de l'échelle nationale et du type de représentation retenue, ne doit pas être interprétée de manière stricte.

Figure 3 : Illustration des continuités écologiques d'importance nationale de milieux ouverts thermophiles pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue



- | | |
|---|---|
| <p>Continuités du bassin méditerranéen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Passage domaine méditerranéen France-Espagne. ② Arc méditerranéen. ③ Passage domaine méditerranéen Italie-France. <p>Continuités dont la tendance calcicole est plutôt nette.</p> <ul style="list-style-type: none"> ④ Couloir rhodanien remontant jusqu'à l'Allemagne. ⑤ Liaison calcaire domaine méditerranéen - domaine atlantique. ⑥ Axe de la Limagne. ⑦ Axe Préalpes et Alpes calcaires se poursuivant vers le nord sur le Jura. ⑧ Axe Ouest-Est au nord du Massif central (Poitou => Champagne-Ardenne). ⑨ Arc de la Seine jusqu'au Rhin par l'Île-de-France, Picardie, Champagne-Ardenne et Lorraine. ⑩ Passage du littoral entre la France et la Belgique. | <ul style="list-style-type: none"> ⑫ Piémont calcaire pyrénéen. ⑬ Continuité Bourgogne-Picardie. ⑭ Liaison France-Belgique. <p>Continuités dont la tendance calcicole/calcauge n'est pas franche.</p> <ul style="list-style-type: none"> ⑮ Passage [Région cantabrique Espagne]-[Sud-ouest de la France]. ⑯ Littoral atlantique depuis le Pays-Basque jusqu'à la Bretagne. ⑰ Axe Chaîne pyrénéenne/Littoral atlantique. ⑱ [Domaine méditerranéen] => [Domaine atlantique] jusqu'à la Bretagne. ⑲ Littoral atlantique => Basse Normandie. ⑳ Littoral atlantique (Loire) => Massif central (Creuse et Cher). ㉑ Seuil du Poitou permettant le passage vers le Bassin Parisien. ㉒ Massif central (Confluence Loire/Allier) => Normandie (Vallée de l'Eure). ㉓ Sud de l'Île-de-France => Ouest de Rouen. |
|---|---|

NB : Cette illustration, compte tenu de l'échelle nationale et du type de représentation retenue, ne doit pas être interprétée de manière stricte.



Prise en compte par le niveau régional

Sordello, 2016

Démonstration a posteriori par croisement / comparaison cartographique

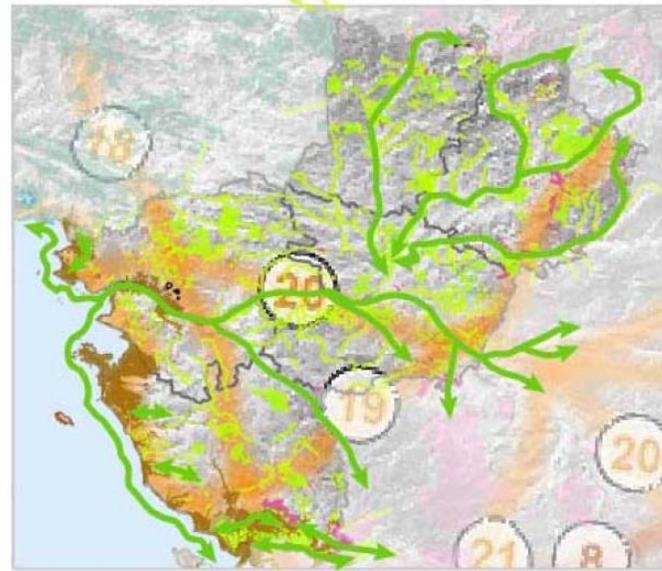
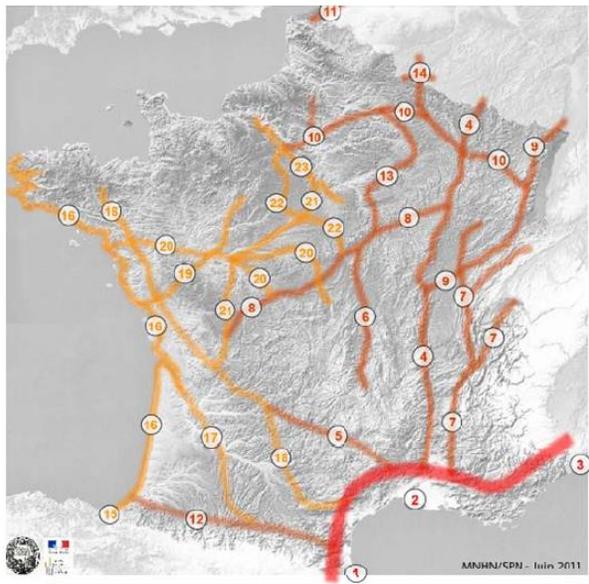
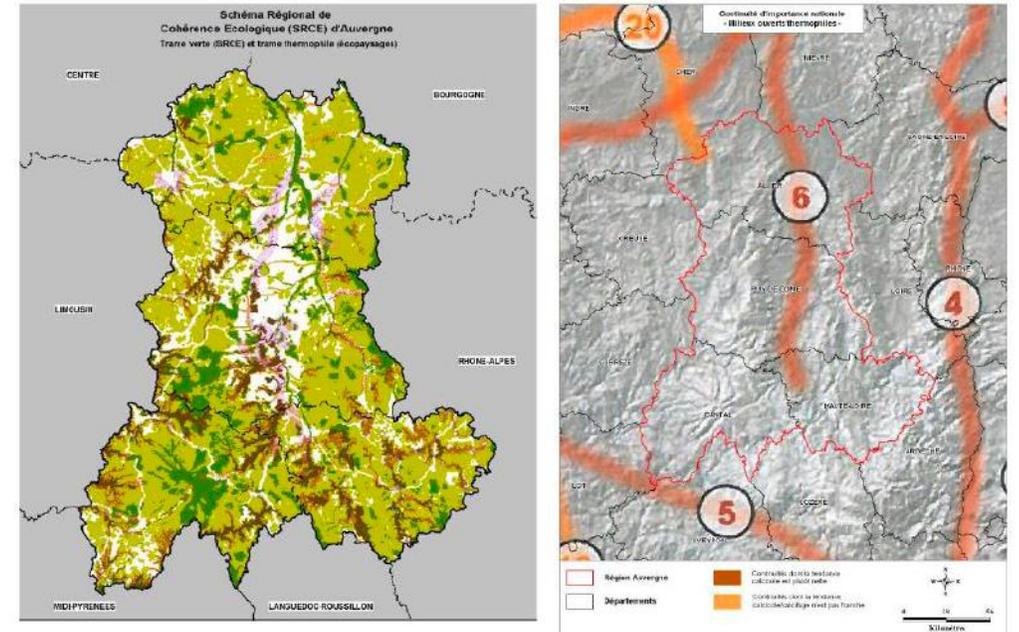
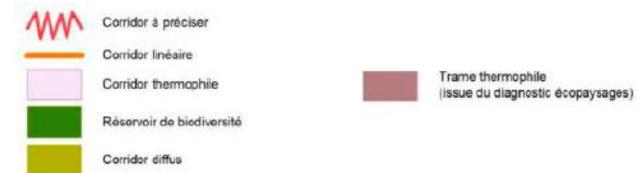


Figure 45 : Continuités écologiques d'importance nationale de milieux ouverts thermophiles pour la cohérence Trame verte et bleue

Cohérence entre les réservoirs et les corridors thermophiles du SRCE Auvergne et la continuité nationale des « milieux thermophiles »



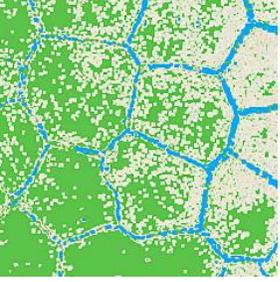
Carte « Trame Verte et trame thermophile ». La trame thermophile est issue du diagnostic (carte des écopaysages)



Légende carte « TV et trame thermophile »

Sources : IGN SCAN1000, DREAL AUVERGNE

Réalisation : Agence MTD, Mars 2015

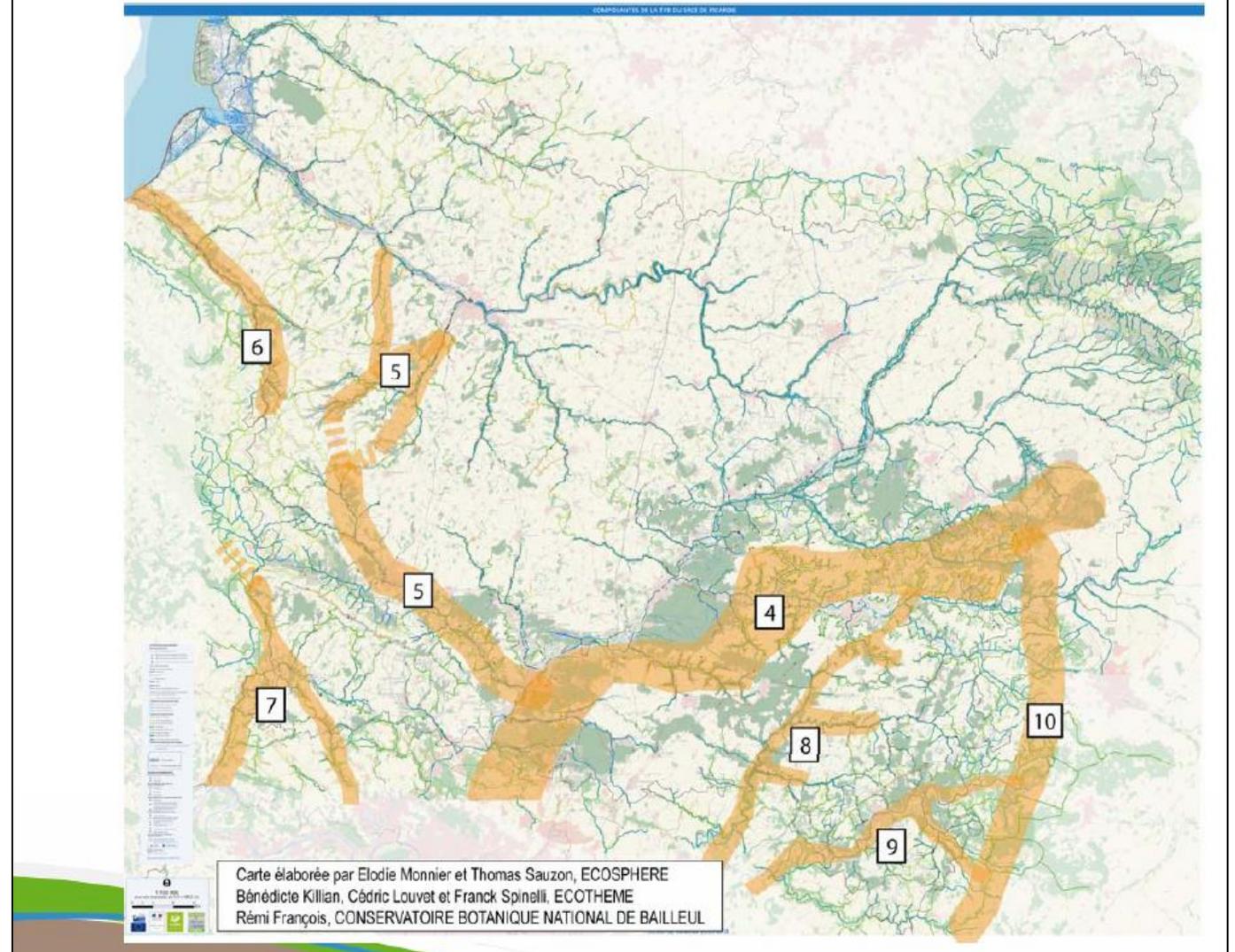


Prise en compte par le niveau régional

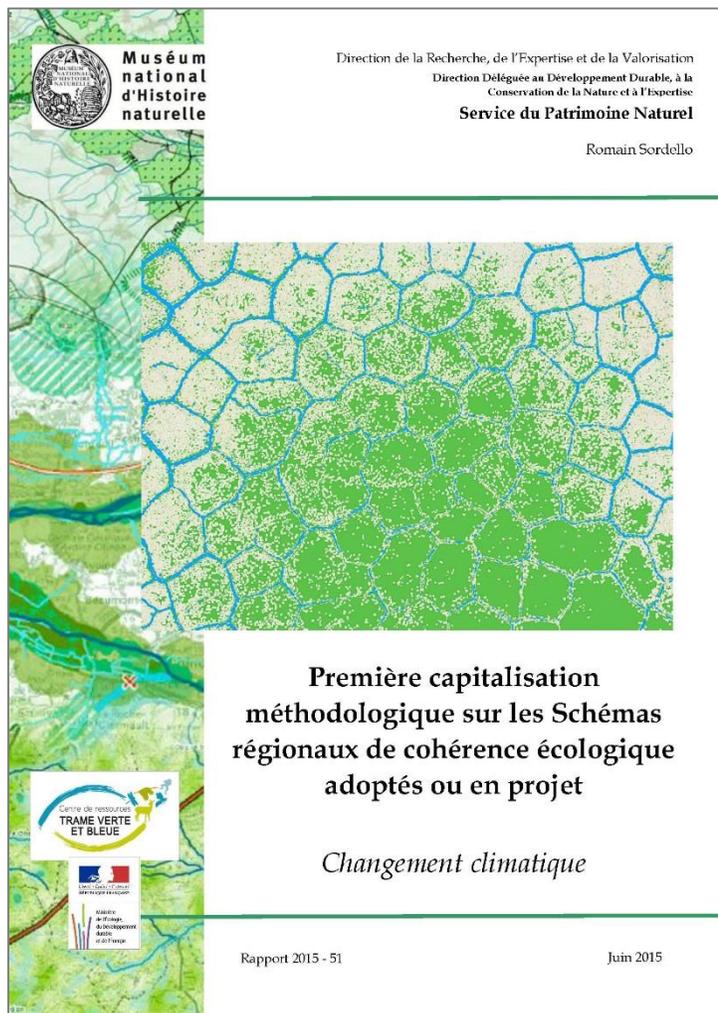
Sordello, 2016

Alimentation des diagnostics régionaux

Déclinaison régionale des continuités écologiques nationales thermo-calcaïques



BILAN PROVISOIRE SUR LA PRISE EN COMPTE DU CHGMENT CLIMATIQUE DANS LES SRCE



SORDELLO R., 2015. *Première capitalisation méthodologique sur les Schémas régionaux de cohérence écologique adoptés ou en projet. Changement climatique*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 36 p.

I. Introduction / Objectifs	5
II. Méthode	5
III. Résultats	7
IV. Discussion/Conclusion.....	35

Disponible sur :

http://spn.mnhn.fr/servicepatrimoinenaturel/publications/rapports_spn

et sur :

<http://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/premiere-capitalisation-methodologique-sur-schemas-0>

VOLET DIAGNOSTIC / ENJEUX

- Descriptif des influences climatiques du territoire (13/22)
- Le phénomène de changement climatique contemporain :
 - 1- Une menace pesant sur la biodiversité (20/22)
 - 2- Un phénomène contre lequel la TVB peut jouer un rôle (17/22)
- 10/22 SRCE comportent une partie ou sous-partie dans leur diagnostic, dédiée au changement climatique (indépendamment d'autres parties plus descriptives sur le climat lui-même).

Exemples :

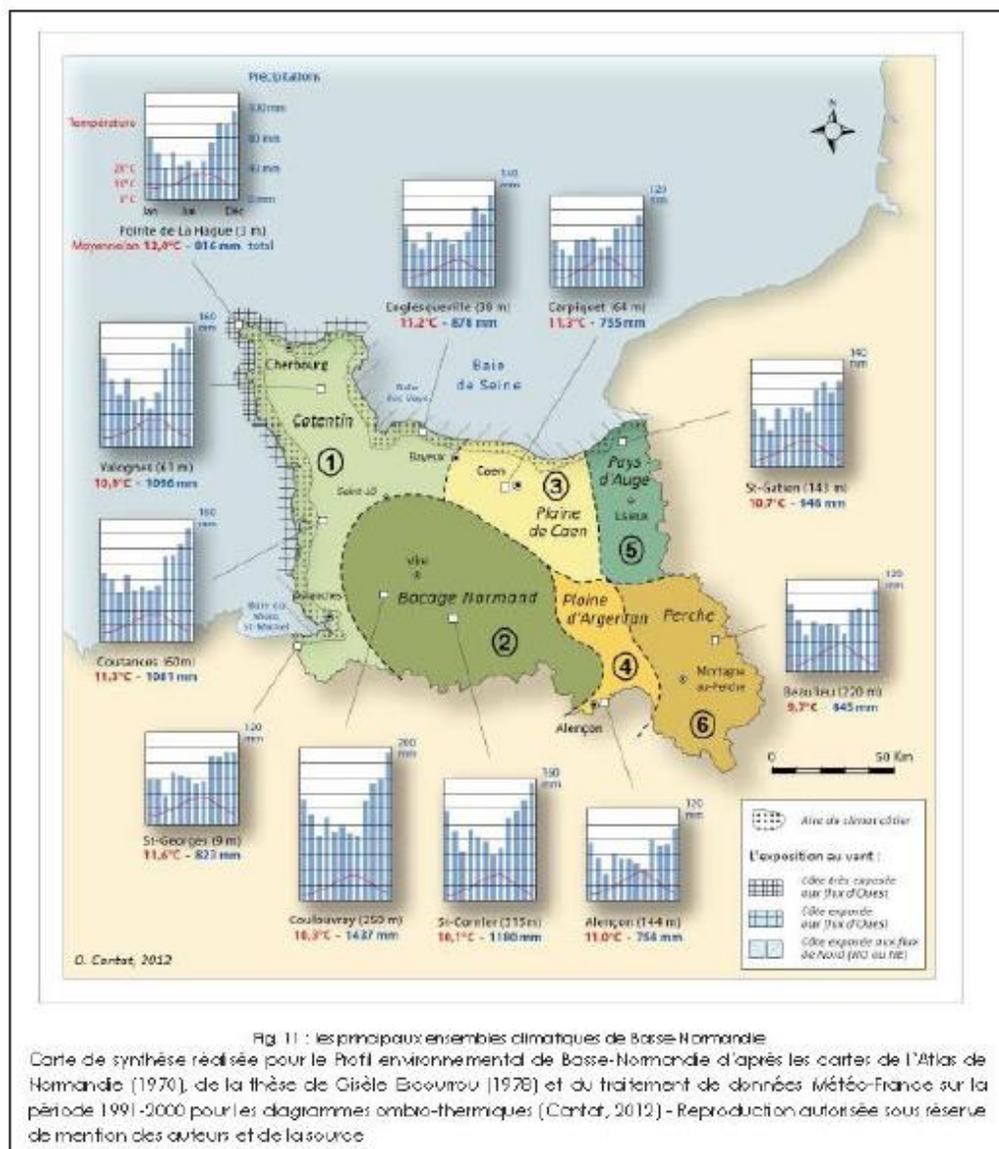
- « 2.4.9. Les conséquences du changement climatique sur les continuités écologiques » en Aquitaine,
- « 2.4 Un besoin de continuités écologiques dans un contexte de changement climatique » en Champagne-Ardenne,

- 7/22 SRCE ont également fait du changement climatique un enjeu en tant que tel sur la base du diagnostic, pour le reste de leur SRCE.

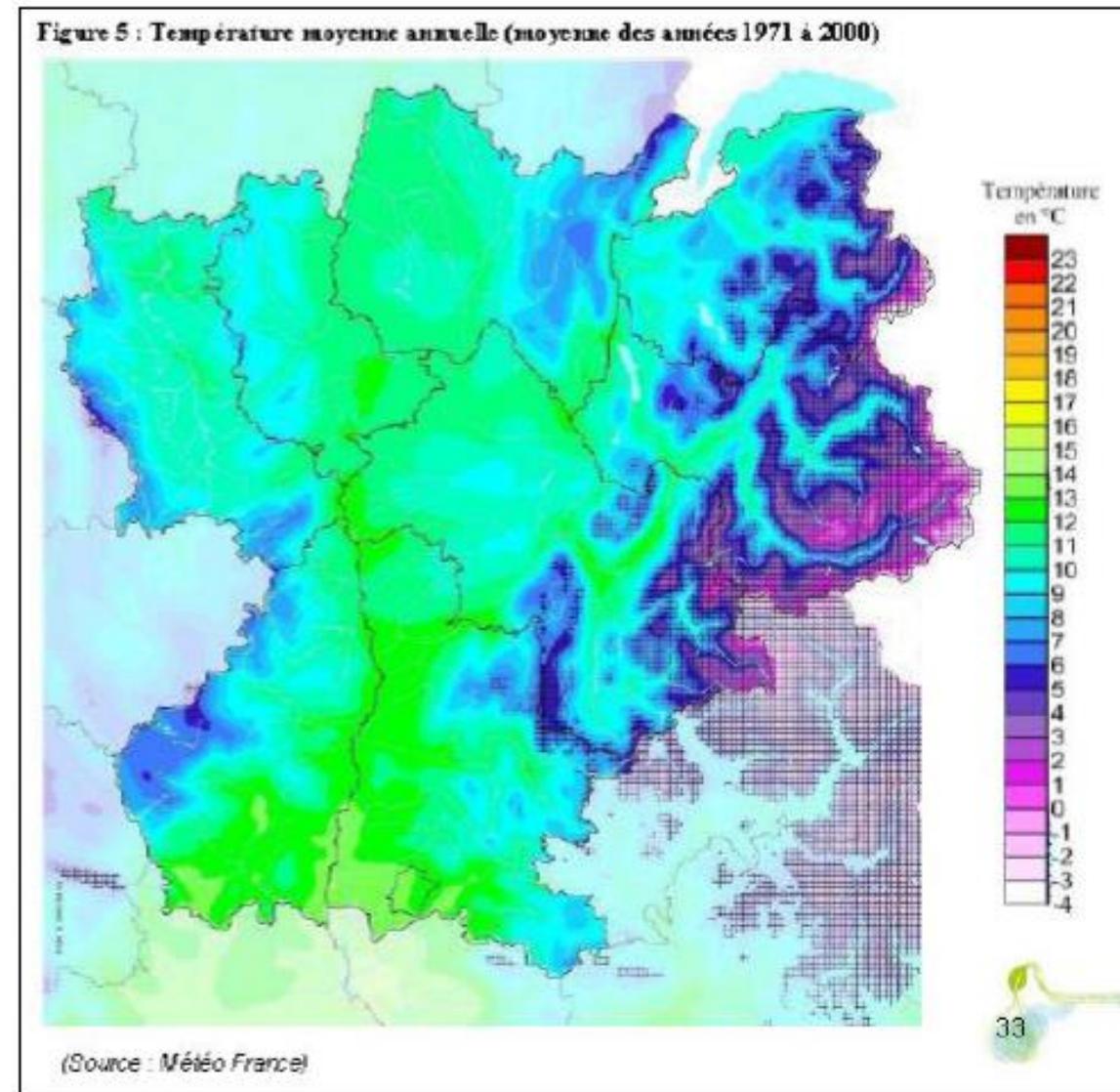
Exemples :

- en Franche-Comté, un enjeu de l'axe C correspondant aux enjeux transversaux,
- en Poitou-Charentes, « 5.1 Enjeu général et transversal concernant les continuités écologiques : le changement climatique »

VOLET DIAGNOSTIC / ENJEUX



Extrait du SRCE Basse-Normandie adapté (partie « A.2 Conditions physiques et climatiques »)



Extrait du SRCE Rhône-Alpes adapté (Partie « Une diversité qui s'exprime aussi au niveau climatique »)

VOLET DIAGNOSTIC / ENJEUX



Azuré des paluds, espèce continentale
Photo R. D'agostino

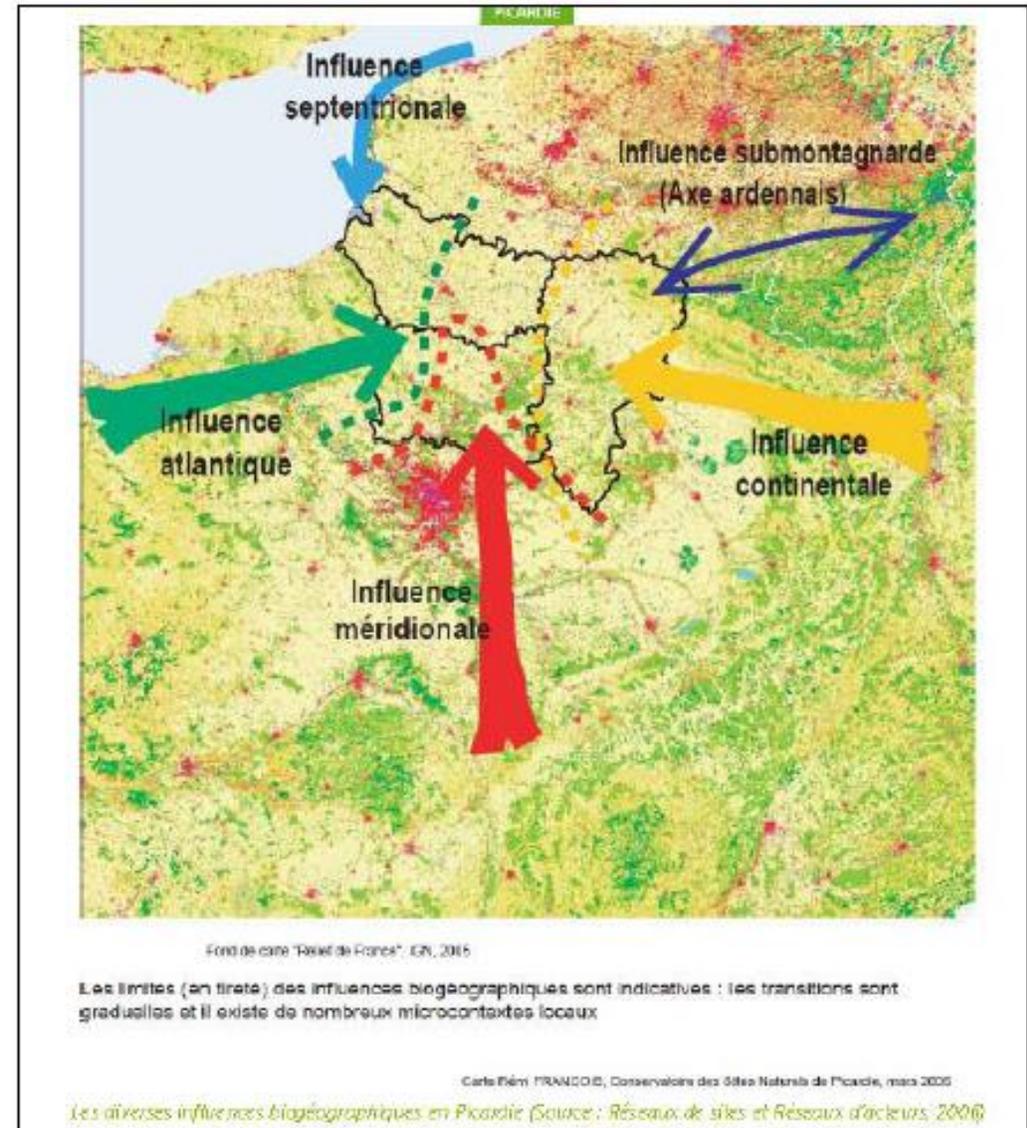


Chevêche, espèce boréo-alpine
Photo C. Gallet



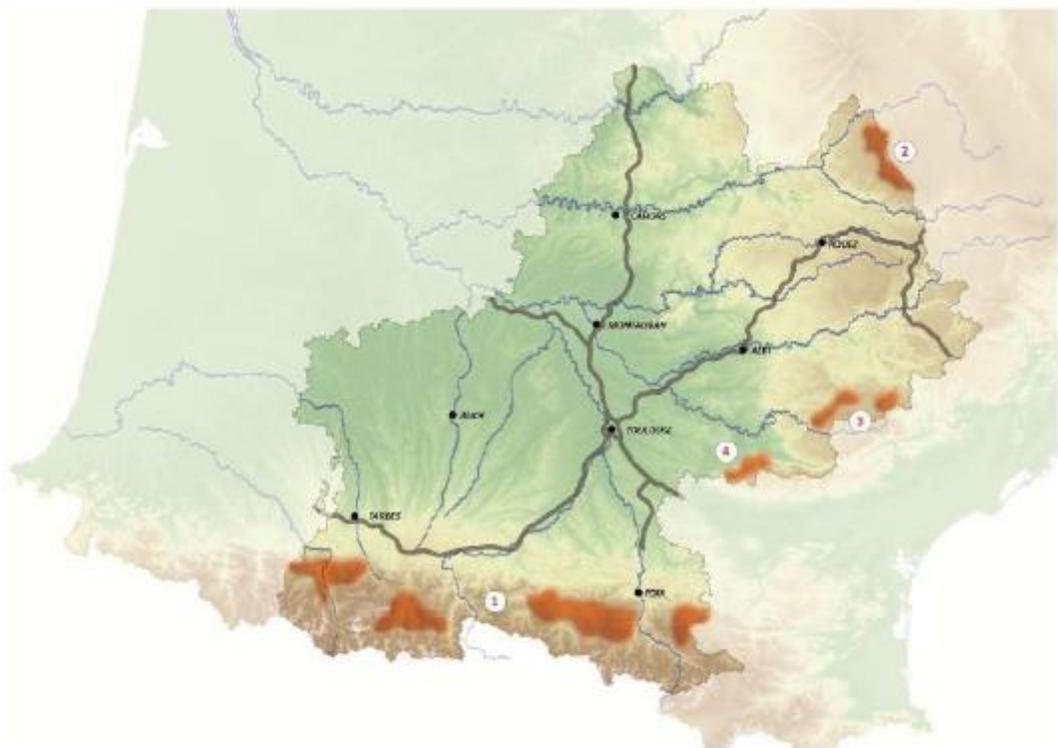
Pélodyte ponctué, espèce atlantique
Photo R. D'agostino

Extrait du SRCE Lorraine en projet (Partie « 1.2.2. Les influences biogéographiques »)



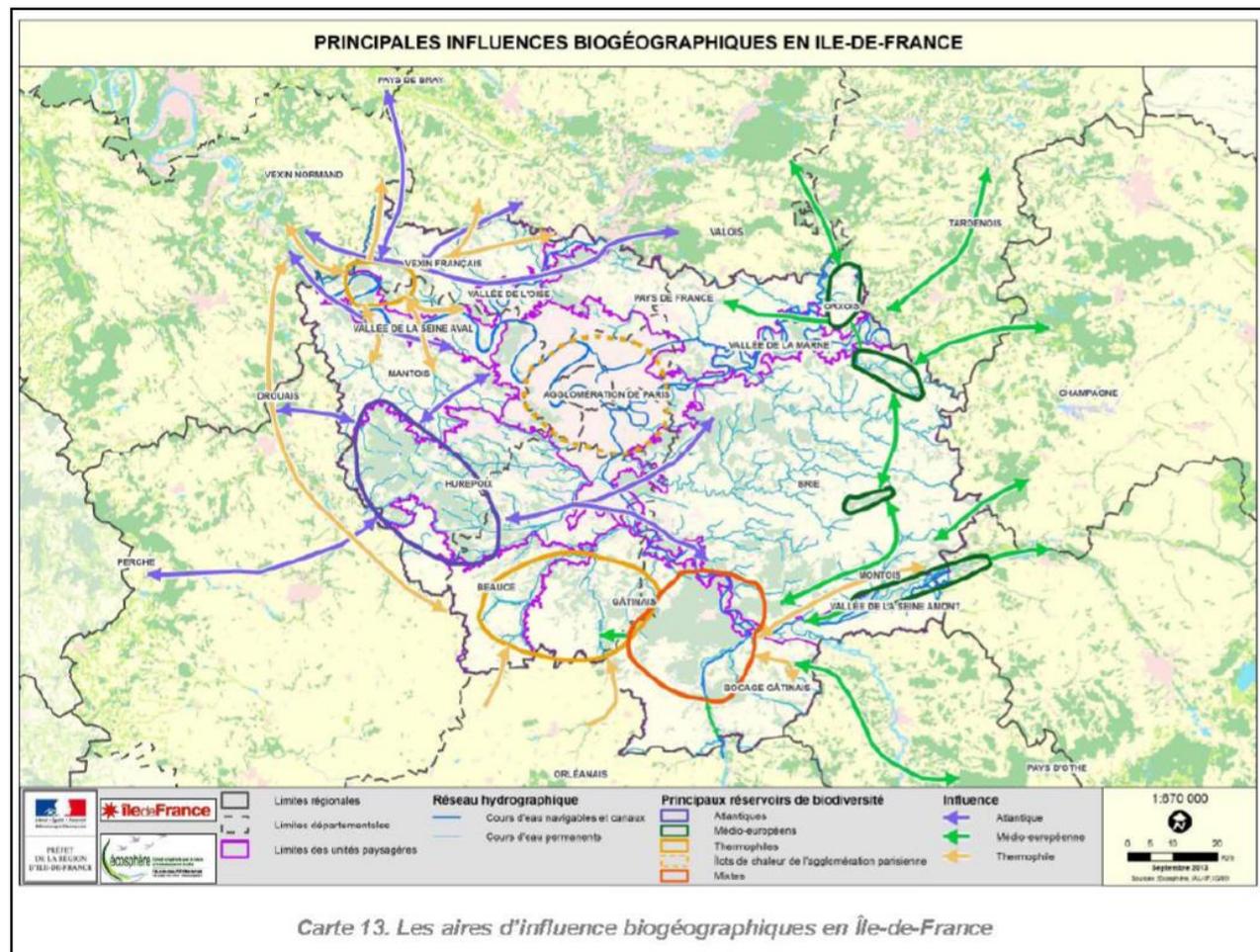
Extrait du SRCE Picardie en projet (Partie « 1.5 - Influences biogéographiques »)

VOLET DIAGNOSTIC / ENJEUX



Carte 48 - Représentation schématique des secteurs concernés par l'enjeu « Rôle refuge de l'altitude pour les espèces dans le contexte du changement climatique » (en brun). Les limites des secteurs présentés dans cette carte ne doivent être envisagées qu'à titre indicatif.

Extrait du SRCE Midi-Pyrénées adopté (Partie « 5.9. Enjeu n°9 : Le rôle refuge de l'altitude pour les espèces dans le contexte du changement climatique »)



Carte 13. Les aires d'influence biogéographiques en Île-de-France



Extrait du SRCE Île-de-France adopté (Partie « 3.1.2. Les grands axes de diffusion des espèces à préserver »)

VOLET DES COMPOSANTES DE LA TVB

RAPPEL PREALABLE : La préservation et la restauration d'un réseau écologique, en soi est déjà une réponse contre le changement climatique, même si la démarche ne l'intègre pas directement

Constat : L'intégration directe et concrète du changement climatique lors de l'identification des corridors et réservoirs (volet composantes des SRCE) reste limitée.

Explication possible : Manque de connaissance et de retours d'expériences sur lesquels s'appuyer.
=> Exemple en Bourgogne : « *Certains facteurs importants pour les continuités écologiques tels que le changement climatique* » dans les limites à la cartographie du SRCE du fait du manque de connaissances.

QUELQUES INITIATIVES TROUVÉES :

- **Influence dans le choix des sous-trames :**

⇒ Ex. en Champagne-Ardenne, deux sous-trames forestières distinctes : massifs forestiers thermophiles et massifs forestiers sub-montagnards

- **Influence dans le choix des espèces cibles pour la modélisation :**

⇒ Ex. en Limousin, choix de la Vipère péliade pour la sous-trame humide ; choix des Chabot, Lamproie de Planer, Truite commune pour la sous-trame aquatique

PLAN D'ACTION STRATÉGIQUE : FORME ET PRÉSENTATION

- Utilisation de pictogrammes pour flécher les actions du SRCE qui concernent le changement climatique quand celui-ci est pris comme un enjeu transversal

	Climat et énergie	État et évolution du climat, productions et consommations énergétiques, atténuation et adaptation au changement climatique.
---	-------------------	---

ORIENTATION 7 : AMÉLIORER LES CONNAISSANCES SUR LES FONCTIONNALITÉS DE LA TRAME VERTE ET BLEUE ET SUR SES INTERACTIONS AVEC LES ACTIVITÉS HUMAINES

► Présentation synthétique

L'amélioration des connaissances sur les fonctionnalités de la trame verte et bleue est nécessaire :

- d'une part, afin que les démarches et projets en faveur de la trame verte et bleue gagnent en efficacité, en apportant des réponses les plus ajustées possible aux enjeux et aux besoins de mobilité des espèces animales et végétales -

► Autres composantes de l'environnement sur lesquelles les actions ont un impact positif



Extrait du SRCE Bretagne en projet (exemple de l'orientation 7 comportant notamment la pastille « Climat et énergie »)

Le changement climatique ayant été identifié comme un enjeu transversal du SRCE, les actions y répondant sont identifiées par ce logo :



	Actions	Porteurs de projet et partenaires potentiels	Ambitions du SRCE et outils mobilisables
	1.1.c Élaborer et coordonner un plan de suivi des espèces exotiques envahissantes animales et végétales, et des pathologies affectant l'ensemble des espèces	ORE, FMA, FREDON, EPTB, Acteurs de l'eau, dont les syndicats de l'eau (Charente-Eau), UNIMA pour le 17, FDSIDON, associations naturalistes (Poitou Charentes Nature, etc.), ONF, CRPF	DRENVA, observatoire départemental de la Charente, Règlement européen sur les espèces exotiques envahissantes, Liste d'espèces locales, Liste d'espèces invasives
	1.1.d Mettre en œuvre le suivi des espèces indicatrices qui ont servi de référence à l'élaboration du SRCE	DREAL, CC, Fédération des chasseurs, associations naturalistes (PCN, etc.)	CSRPN (validation des protocoles), PNA, ENS, PDPG, Natura 2000
	1.1.e Suivre et mesurer l'impact de l'évolution climatique sur les espèces et habitats régionaux	Acteurs du monde de la recherche, animateurs SAGE, CRPF, associations naturalistes (PCN, etc.), CBNSA, Prom'Hales	

Extrait du PAS du SRCE Poitou-Charentes (en projet)

On retrouve essentiellement 3 types d'actions :

- des actions générales : grands principes que le PAS se fixe vis-à-vis du changement climatique,
- des actions relevant de la gestion : recommandations pour que la gestion des espaces naturels tienne compte du changement climatique ou plus largement des conditions (micro)climatiques des sites,
- des actions de connaissance : à la fois sur le changement climatique lui-même (ampleur, échéance, ...) et sur la réponse de la biodiversité à cette évolution (connaissance fondamentale sur les mécanismes d'adaptations, connaissances en termes de données naturalistes pour suivre les modifications de répartitions, développement d'outils de mesure...)

LES REVUES SYSTÉMATIQUES

LIFE NATURADAPT, LIFE ADPTO

Pour qui et pour quoi faire des synthèses bibliographiques ?

LES DIFFÉRENTES ÉTAPES D'UNE REVUE SYSTÉMATIQUE. © R. SORDELLO D'APRÈS

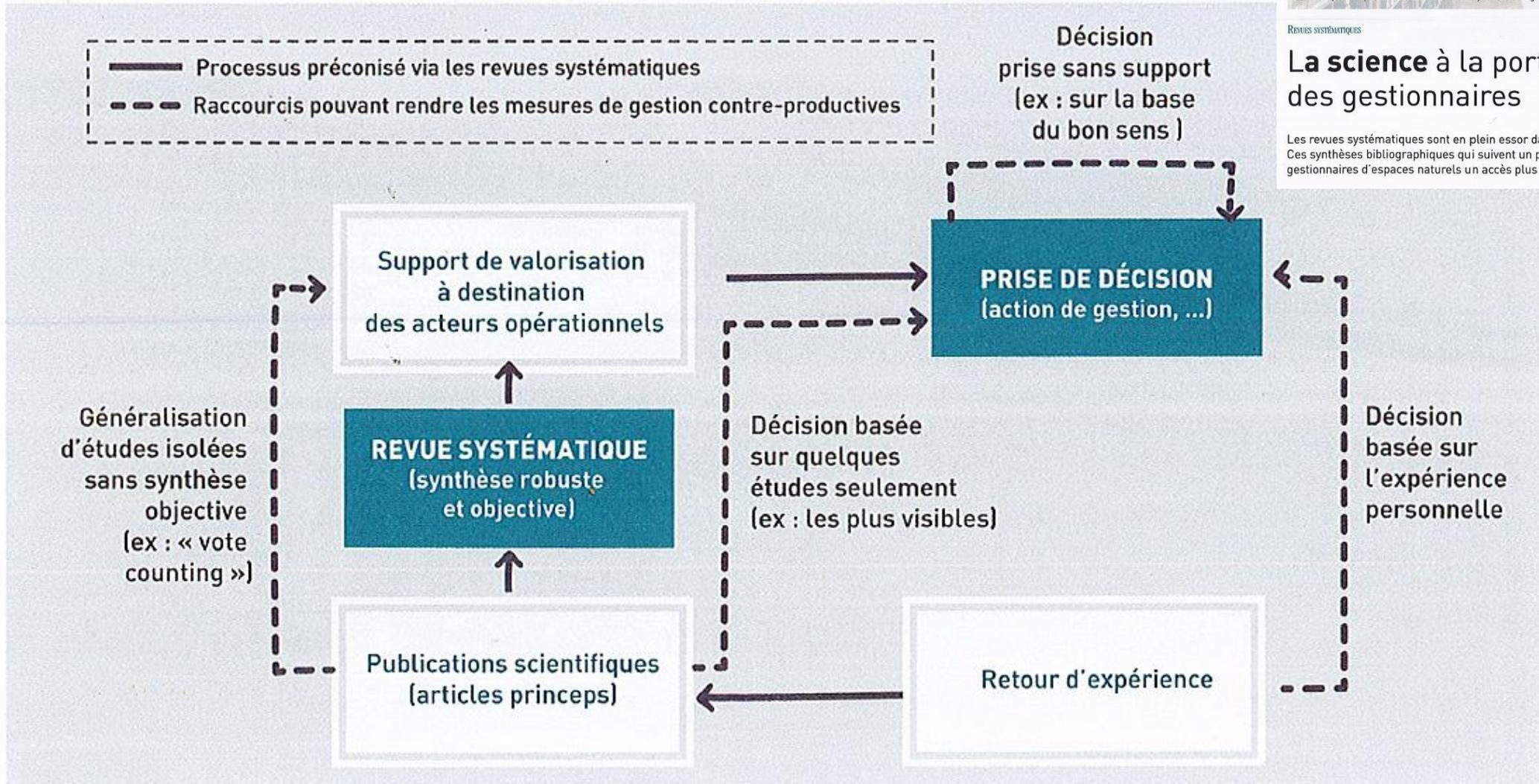


La revue systématique, méthode de réalisation de synthèses bibliographiques, est en plein essor dans le secteur environnemental.

REVUES SYSTÉMATIQUES

La science à la portée des gestionnaires

Les revues systématiques sont en plein essor dans le secteur environnemental. Ces synthèses bibliographiques qui suivent un protocole standardisé offrent aux gestionnaires d'espaces naturels un accès plus aisé à la recherche.



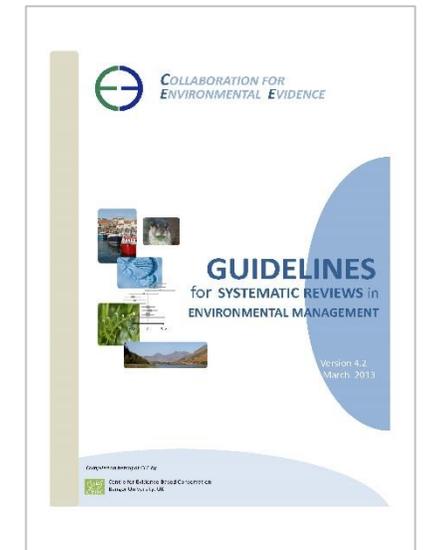
Qu'est-ce qu'une revue systématique ?

- C'est une **méthode pour synthétiser les connaissances bibliographiques disponibles**
 - La méthode des revues systématiques est **standardisée** avec différentes étapes à suivre rigoureusement
- ⇒ Recherche d'**exhaustivité, robustesse, transparence, répliquabilité, objectivité**

Revue = Collecte des faits en faveur et défaveur d'une affirmation ou hypothèse...
Systématique = ...sans laisser rien au hasard, avec une approche en système, ...

Qu'est-ce qu'une revue systématique ?

- Cette méthode est proposée par une association internationale : la Collaboration for Environmental Evidence (CEE)
- Les revues sont publiées dans un journal spécialisé qui garantit le respect de la démarche : Environmental Evidence Journal
- La méthode vient du domaine médical (Cochrane) et est actuellement en plein essor en écologie
- En France cette méthode est désormais promue par la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB)



Un projet LIFE



- ❑ Prévu sur 5 ans (2018-2023), il est **coordonné par Réserves Naturelles de France (RNF)**, avec le soutien de neuf autres partenaires.
- ❑ **Official Project Title** : « Adapting nature protection to the challenges of climate change in Europe : basis of dynamic collective learning » (LIFE17).

Pour plus d'informations : <https://naturadapt.com/>



MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE



AGIR pour la BIODIVERSITÉ



Objectifs du LIFE Natur'Adapt

❑ **Objectif global:** proposition d'outils et de méthodes opérationnelles à destination des gestionnaires pour élaborer un diagnostic de vulnérabilité et un plan d'adaptation au changement climatique.

1. Phase préparatoire (conception) : Lecture et analyse du contenu de 6 guides techniques. Réalisation de trois synthèses bibliographiques dont une revue systématique idéalement.

2. Phase expérimentale

3. Phase de test

4. Phase de déploiement



Pour plus d'informations : http://www.reserves-naturelles.org/sites/default/files/fichiers/rnf_indispensable_adaptation_bd.pdf

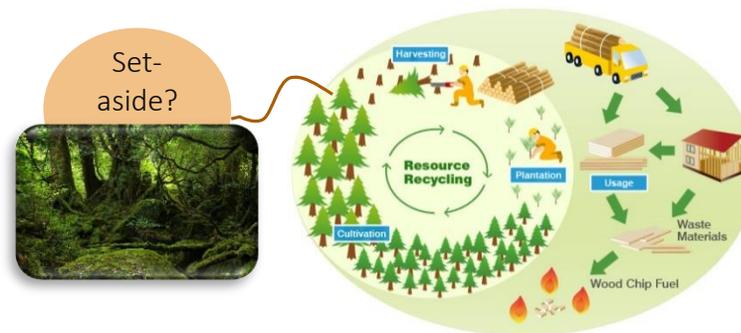
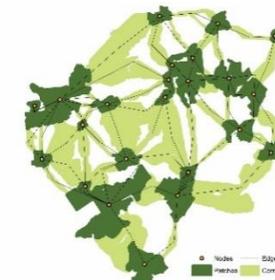
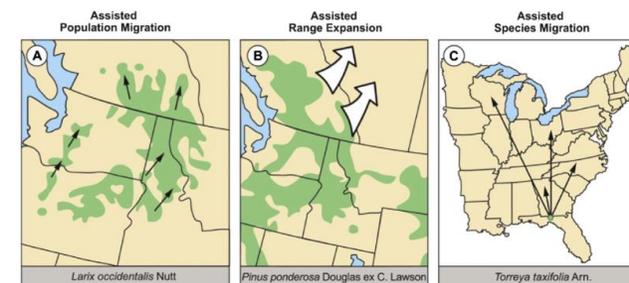
Action A4 : réaliser des synthèses bibliographiques sur **trois mesures d'adaptation** des aires protégées face au changement climatique.

Gradient "d'interventionisme"

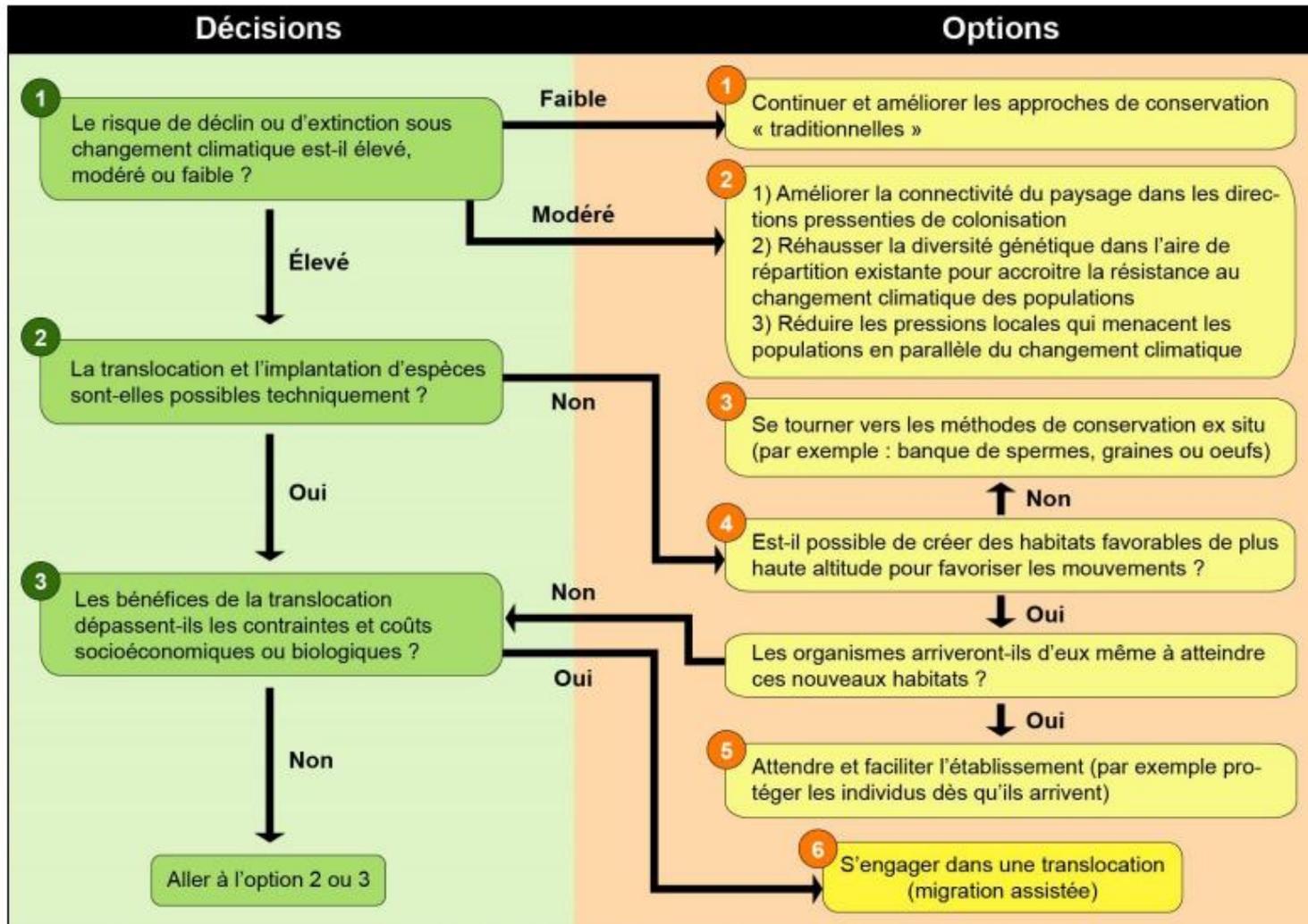
+

-

1. **TRANSLOCATION** : Examining the drivers of wildlife translocation success in protected areas: a systematic review.
2. **CONNECTIVITY** : Do corridors and landscape connectivity influence movements of terrestrial vertebrates?
3. **NATURALNESS** : Do exclusion areas/set-asides accommodate higher levels of terrestrial woodlands species?



La translocation



Mesure qui fait débat :

- très interventionniste (artificiel)
 - techniquement compliqué
- => des questions aussi bien pratiques que éthiques

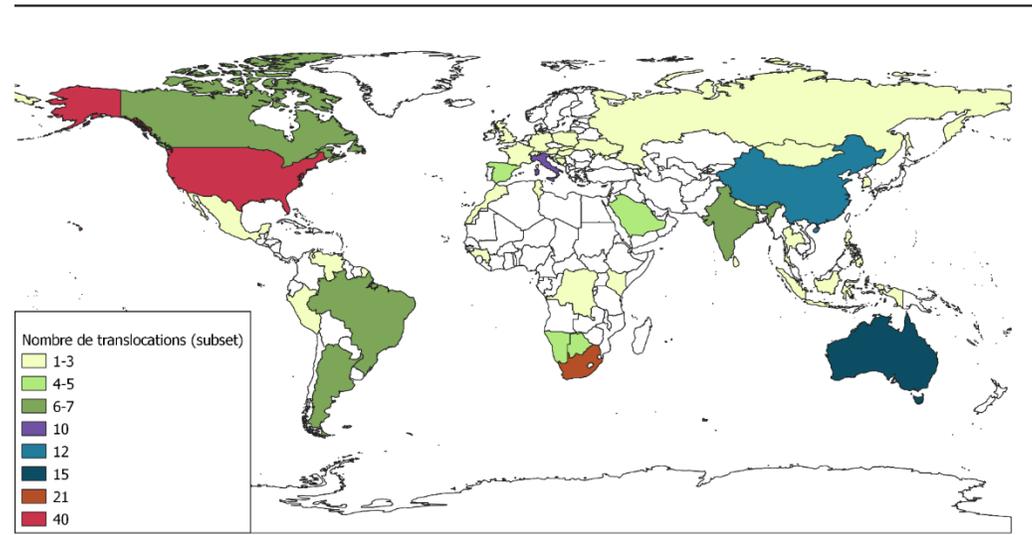
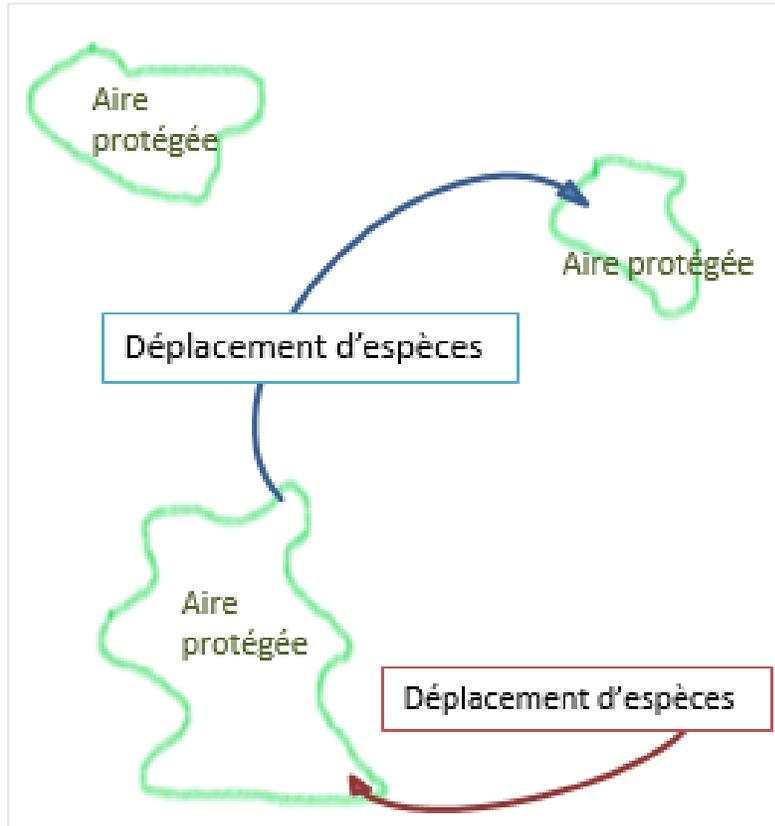
A appliquer en dernier recours

Avec diverses précautions (provenance des individus, suivis ...)

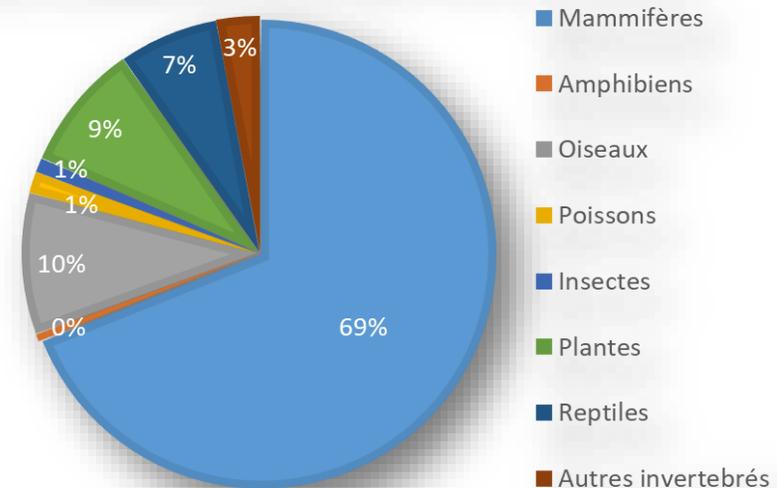
Figure 31 : Processus d'aide à la décision afin d'opter ou non pour la migration assistée.

Source : D'après Hoegh-Guldberg *et al.*, 2008

La translocation par rapport aux aires protégées (from/to)



Type de population faisant objet d'une translocation



Le LIFE ADAPTO

- ❑ Piloté par le Conservatoire du Littoral
- ❑ *Objectif* : explorer sur les territoires littoraux des solutions face à l'érosion et à la submersion marine dans le contexte du changement climatique
- ❑ 10 sites d'étude sur tout le littoral français
- ❑ 2 types d'aménagements : dépoldérisation ou restauration du cordon dunaire
- ❑ Plus actions dont une revue systématique sur l'effet de la dépoldérisation



Etudier les conséquences de la dépoldérisation sur la biodiversité :

- Toute la biodiversité
- Ré-introduction d'eau salée ou saumâtre
- Uniquement des études de restauration in-situ
- Composition, Structure, Fonction



Merci de votre attention